

IPSUMTEC

ISSN: 2594-2905

latindex

Vol. 3 N.3
Julio - Diciembre 2022

**EDICIÓN
ESPECIAL PROFESOR
JOSÉ SOLEDAD TREJO
ITCd. Juárez**

CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE GUADALUPE - CD. JUÁREZ



EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TecNM



DIFUSIÓN VÍA RED DE CÓMPUTO

IPSUMTEC

ISSN: 2594 - 2905

Director del Tecnológico Nacional de México/ I. T. De Milpa Alta

M. en C. Domingo Noé Marrón Ramos

Director General de la Revista

M. en Tics y D.S. Eligio Martínez Carrillo

Director Ejecutivo de la Revista

Dr. Arturo González Torres

Coordinación Editorial de la Revista

M. en D. Fátima Yaraset Mendoza Montero

Coordinación Corrección de Estilo de la Revista

Dra. Vianey Ríos Romero

Coordinación de Edición de la Revista

M. en L. Alfonso Ávila Pérez Tagle

IPSUMTEC, Año 2022 y número de la Publicación 5, Vol. 5/No. 5, julio – diciembre 2022, periodicidad de la publicación semestral, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Milpa Alta, Arcos de Belén Núm. 79, piso 2, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06010, Ciudad de México, Tel. 5536011000 Ext. 65064, d_vinculacion05@tecnm.mx, Editor Responsable Ing. Eligio Martínez Carrillo. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04 – 2019 – 010913561800 – 203, ISSN: 2594-2905, ambos son otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsable de la última actualización de este número Ing. Arístides Caballero Alfaro, puesto encargado de Centro de Información del Instituto Tecnológico de Milpa Alta, Calle Independencia Sur, Número 36, Colonia San Salvador Cuauhtenco, C.P. 12300, y Población Milpa Alta. Teléfono (55) 58 62 37 57, fecha de término de la última actualización 17 de diciembre de 2021. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Tecnológico Nacional de México/ I. T. De Milpa Alta.

EDITORIAL

REVISTA IPSUMTEC

La Revista IPSUMTEC completa con esta entrega el Volumen 5, número 5, cuya versión se encuentra disponible a través del portal de nuestra revista: <http://ipsumtec.itmilpaalta.edu.mx/>, buscando de esta manera incrementar la visibilidad de la publicación y el acercamiento a nuestro público lector.

Nada me da más alegría que presentar esta edición especial de nuestra revista IPSUMTEC con artículos del campus Ciudad Juárez quien atinadamente con su labor académica dan realce y fortalecen al Tecnológico Nacional de México. Esta acción refuerza el regreso presencial a las aulas, y sobre todo a la investigación en laboratorios, investigaciones de campo, entre otras.

Debemos dejar como Tecnológico Nacional de México para las siguientes generaciones un legado no solo robusto en su infraestructura, sino fuerte en investigación, propiedad intelectual y patentes. La revista IPSUMTEC desde este espacio hace su aporte a esta gran comunidad tecnológica y es de enorgullecer el contar en esta edición con tan honorable campus.

Aprovecho estas líneas para invitar a todos los lectores de estos importantes trabajos, a que se sumen a la investigación; y a quienes ya lo hacen, a que sigan realizando investigación y fortaleciendo a nuestro país.

Siempre convencido que la educación e investigación son un medio muy importante para abatir muchos problemas por los que hoy atraviesa la humanidad; expreso mi reconocimiento a todos los involucrados e involucradas en hacer posible esta edición especial de nuestra joya académica, la revista IPSUMTEC.



Con mucho respeto y sinceridad....

M. en C. Domingo Noé Marrón Ramos Director d
el Instituto Tecnológico de Milpa Alta

RESEÑA DE LA REVISTA IPSUMTEC



A través de estos años de vida, la revista IPSUMTEC ha hecho esfuerzos para alcanzar el reconocimiento internacional, por ejemplo, después de múltiples y consistentes gestiones se ha logrado:

1. La formación del Comité Editorial y Comité Corrector de Estilo, con un total de 22 colaboradores, integrados por profesionales de las diversas disciplinas incluyendo profesores con grados académicos como Maestría y Doctorados.
2. La formación del Comité de Arbitraje, con un total de 37 colaboradores, integrados por profesionales con grado de maestría (22%) y con grado de doctorado (78%); además, el comité de arbitraje el 60% cuenta distinción PRODEP y el 35% cuenta distinción SNI.
3. Asignación del número Normalizado Internacional de Publicaciones Serias (ISSN), de forma virtual.
4. Aceptación en el catálogo y directorio del Sistema Regional de Información en Línea para las Revistas Científicas de América Latina y el Caribe (Latindex), aceptación en LatinREV (Red Latinoamericana de Revistas Académicas en Ciencias Sociales y Humanidades), de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO, con sede en Argentina y también incluida en Directory of Research Journals Indexing (DRJI), aprobado por la Junta Asesora de A.R. Burla College, India; Spiru Haret University, Bucharest, Romania; y Federal University of Rondonia, Brazil; además está incluida en Incluida en ROAD, the Directory of Open Access Scholarly Resources (ISSN International Centre, Francia).
5. Forma parte en el repositorio del Servicio de Información y Bibliotecas Universitarias (HIBS) de La Universidad de Ciencias Aplicadas de Hamburgo, ubicada Hamburgo, Alemania y también está incluida en la Biblioteca de Revistas Electrónicas, Electronic Journals Library EZB, de la Universidad de Ratisbona (Universität Regensburg), que ostenta con el "título de Patrimonio de la Humanidad de UNESCO", situada en la ciudad de Ratisbona, en el centro-este del estado federado de Baviera, Alemania. Además, fue adherida en el servicio de información especializada de Matemáticas, el cual es parte de los Servicios de información Especializada para la Ciencia de la Fundación de Investigación en Alemania. También ha sido adherida al repositorio de la Universidad Ruprecht Karl de Heidelberg, dicha Institución es la más antigua de las alemanas, se creó en el año 13861 en la ciudad de Heidelberg, Baden- Wurtemberg. Igualmente, fue adherida al Centro de Ciencias Sociales de Berlín, también conocido por sus siglas en alemán WZB, es un instituto de investigación de renombre internacional para las ciencias sociales, la institución de este tipo más grande de Europa no afiliada a una universidad. Según el número de premios nobel afiliados a la universidad al tiempo del anuncio del premio, Heidelberg está ubicada en el primer lugar en Alemania, 4.^a en Europa y 13 en el mundo en 2008. Desde el año pasado, forma parte del Índice de revistas científicas de Eurasia (ESJI) el cual reúne en su base de datos las revistas científicas más importantes de Europa y Asia, que publica las investigaciones más autorizadas y relevantes. Además, acaba de ser incluida en la Base de datos EuroPub, cuya sede se encuentra en Bolton, Inglaterra. EuroPub es el Directorio de Revistas Académicas y Científicas. Londres, Reino Unido.
6. Actualmente IPSUMTEC ha sido adherido en Livre! De Brasil. Livre! es el portal desarrollado por la CNEN - Comisión Nacional de Energía Nuclear, a través del CIN - Centro de Informaciones Nucleares de Brasil. Livre! Ayuda a facilitar la identificación y el acceso a revistas electrónicas de libre acceso en Internet. Las revistas incluyen publicaciones científicas, revistas de divulgación científica y boletines técnicos.

RESEÑA DEL DOCTOR JOSÉ SOLEDAD TREJO



El profesor José Soledad Trejo, nació en Ciudad Juárez Chih el 19 de marzo de 1928. Sus padres fueron el Sr. Eugenio Soledad García y la Sra. Ma. Del Pilar Trejo. Contrajo matrimonio con su exalumna Ma. Del Carmen Amparo Retana el 23 de abril de 1965; procreando cuatro hijos: Carmen, José, Gonzalo y Jorge, todos ellos egresados del ITCJ.

Cursó su educación primaria en la Esc. Vicente Bellini No. 289 (hoy Miguel Ahumada).

En los años 1943 al 1945, estudio por tres años cursos de Inglés Especial en ciudad de El Paso Texas, en la Escuela de San Ignacio.

Más tarde cursó estudios de Contador Privado en la Escuela Técnica Comercial que dirigía el Profr. Enrique C. Ledezma, en los años de 1946 a 1949. Demostrando sus grandes facultades en el aprendizaje de la contabilidad, obteniendo el más alto INDICE ACADEMICO, observando EXCELENTE CONDUCTA, y logrando ASISTENCIA PERFECTA. Este hecho lo hizo merecedor de las 5 ESTRELLAS DE ORO, años más tarde le otorgó dicha institución LA GRAN ESTRELLA DE ORO por haber superado a todos los altos promedios de excelencia académica de exalumnos de todas las generaciones egresadas de la Escuela Técnica Comercial.

Ingreso en La Escuela Normal Nocturna los años 1952 al 1954 donde fue Presidente de la Sociedad de alumnos.

El profesor José Soledad Trejo ingresó a la Escuela Secundaria Federal Nocturna No. XV1965 y terminando su ciclo de Educación Secundaria en el año 1968, donde recibió varios reconocimientos por alto nivel académico; y por su extraordinaria labor como Presidente de la Sociedad de Alumnos donde por sus gestiones recaudó fondo para equipar, y acondicionar todas las aulas de la Escuela; proveyendo de clima artificial, lámparas fluorescentes y pizarrones con elevadores de madera para los Maestros.

Posteriormente cursó en el Plan Abierto de Preparatorias; en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez; en el período de 1976-78.

Dos años después de haber egresado de la Escuela Técnica Comercial, fue invitado por el Prof. Enrique C. Ledezma, para que se hiciera cargo de clases de Contabilidad, iniciando el año escolar de 1951; en sustitución del que fuera su mentor en Contabilidad el Prof. Eriberto Ramírez, quien lo recomendó ampliamente.

Iniciaba entonces un camino que, con su gran capacidad, su entrega, aunadas a su afabilidad y preocupación por el aprendizaje de sus alumnos, habría de llenarlo de grandes satisfacciones profesionales.

En poco tiempo el profesor José Soledad Trejo se hizo acreedor de toda la confianza de la institución, que lo asignó como Maestro de Contabilidad en los tres niveles y en los diversos grupos; y Coordinador de Contabilidad donde hizo grandes aportaciones pedagógicas en las materias de Contabilidad y Laboratorio de Contabilidad;

tarea que desempeñó con el mayor éxito profesional, como así lo expresó el director del plantel y cientos de alumnos que pasaron por las aulas de esa prestigiada institución; esta honrosa tarea la concluyó en junio de 1976 por dedicarse a otros sectores del Magisterio federal.

En septiembre de 1955, el H. Prof. Ramón Rivera Lara, le ofreció al maestro José Soledad, unas clases que impartiera, en la Esc. De Enseñanzas Especiales No. 21 donde era Director de ese plantel; de las cuales recibió su nombramiento de profesor el 21 de abril de 1956.

En 1964 se registró un gran cambio en los programas de enseñanza en la Escuela No. 21; orientándose a niveles superiores de enseñanza tecnológica, lo que originó la desaparición de ese plantel, y la creación del Instituto No. 11; actualmente Instituto Tecnológico de Cd. Juárez.

El nuevo plantel se inauguró el 3 de octubre de 1964; que se instaló en el edificio que ocupaba la Esc. de Mejoramiento Social para Menores.

En ese lapso, el Ing. Federico Barrio Terrazas, retuvo al Prof. José Soledad Trejo en el Tecnológico como titular de las materias de Contabilidad, porque se había enterado, que era profesionalmente muy reconocido, y que consideraba importante sentar bases sólidas con excelentes maestros para el nivel académico de esa H. Institución; en virtud que la Contabilidad ocupaba un papel muy importante en esa demanda porque era la primera profesión con la cual abriría aquella H. Institución.

La revista IPSUMTEC en conjunto con el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez rinden un merecido homenaje al Dr. José Soledad Trejo, quién dedicó su vida a los estudios, a la educación y a su familia.

Comités Revista IPSUMTEC

Comité Corrector de Estilo

Dra. Gloria Paola Soria López -- Universidad de Londres, Campus Querétaro
M.B.A. Patricia Ivonne Verduzco Ramírez -- Tecnológico Nacional de México /I. T. De Tláhuac III
Dra. Guadalupe González Romero -- Universidad Autónoma de Sinaloa
M. E. Sonia Adolfo Duran -- Universidad de la República Mexicana
Dra. Regina Cruz Jiménez -- Tecnológico Nacional de México /I. T. De Milpa Alta II
Ing. Joaquina Villegas Castillo -- Tecnológico Nacional de México/I. T. De Milpa Alta
M.I. Jesús Antonio Flores Zamorano -- Tecnológico Nacional de México/I. T. De los Mochis
M.G.P. Antonio Hernández Martínez -- Universidad del Valle de México
M. G.T.H. Irán González Falcón -- Universidad de la República Mexicana
M.G.P. Raúl Pierre Cigarroa Gómez -- Universidad del Valle de México
Dra. Claudia Carolina Lacruhy Enríquez -- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Los Cabos y
Universidad/Autónoma de Baja California Sur Campus Los Cabos
Dr. Eduardo Tapia Flores – Centro Panamericano de Estudios Superiores

Comité de Edición

Dra. Elba Fiorella Gómez Cestagalli – Particular
Dra. María Luisa Pereira Hernández -- Universidad Pedagógica del Estado de Sinaloa
Dr. Oscar Palacio León -- Universidad Militar Nueva Granada
M. A. Ruth Rodríguez Cuellar -- Tecnológico Nacional de México/I. T. De Milpa Alta
Ing. Yearim Medina Molina-- Tecnológico Nacional de México/I. T. De Milpa Alta
Dra. María Eugenia Astrid Macías Sagarminaga -- Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica
M. E. Lilian Ivette Gutiérrez Moreno -- Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica
M. G.T.H. Estefania Monserrat Meraz Ponce -- Universidad de la República Mexicana
M.C. Andres Alberto Jacobs -- Universidad del Valle de México
M.E. Ricardo García Parada -- Tecnológico Nacional de México/I. T. De Chihuahua II
M. E. Victor Villar Laguna -- Instituto Politécnico Nacional
Dr. Javier Ríos Gómez -- Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Michoacán
CECYTE 33/ el Consejo Internacional de Ciencia y Tecnología Disruptiva AC

Equipo de Apoyo

Ing. Oziris Itzel Rojas Martínez
Tecnológico Nacional de México/I. T. De Milpa Alta
Ing. Arístides Caballero Alfaro
Tecnológico Nacional de México/I. T. De Milpa Alta
Ing. Felipe Mendoza Jiménez
Tecnológico Nacional de México/I. T. De Milpa Alta

Finanzas

Responsable Website IPSUMTEC

Diseño Gráfico

Comités Revista IPSUMTEC

Comité de Arbitraje

Dra. Sabrina Patricia Canedo Ibarra
Universidad Virtual del Estado de Michoacán
Dra. Martha Susana Brauer Aguilar
Secretaría del Medio Ambiente de la CDMX
Mtro. Flavio Suárez Muñoz
Universidad Tecnológica de la Construcción (UTECC)
Dr. Ariel Gutiérrez Ortiz
Facultad de Comercio Exterior de la Universidad de Colima
Dr. Víctor Manuel Martínez Rocha
Universidad Politécnica de Victoria
Dra. Edelmira Fernández Ramírez
Universidad Alfa Lambda
Dra. María de Lourdes Vázquez Arango
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca
Dr. Ulises Martínez Contreras
Tecnológico Nacional de México Campus Cd. Juárez
Dra. Ma Soledad Castellanos Villarruel
Universidad de Guadalajara/ Centro Universitario de la
Ciénega
Dr. Armando Longoria de la Torre
Tecnológico Nacional de México/I. T. De La Laguna
Dr. Juan Lira Uribe
Independiente
Dra. Ana María Cárabe López
Universidad Autónoma de Guerrero
Dra. Francisca Silva Hernández
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Dra. Teresa Ivonne Castillo Diego
Universidad Veracruzana
Dr. Eduardo Rafael Poblano Ojinaga
Tecnológico Nacional de México/I. T. De La Laguna
Dr. Arturo Rojas Acosta
Universidad de la Costa
Mtro. Diego Emiliano Jiménez González
Tecnológico Nacional de México/I. T. De Milpa Alta
Dr. José Luis Susano García
Universidad Autónoma de Guerrero
Mtro. Francisco Agustín Poblano Ojinaga
Tecnológico Nacional de México/I. T. De La Laguna

Mtra. Elva Rosaura Pineda Armendáriz
Tecnológico Nacional de México/I. T. De La Laguna
Mtra. Janet Mercedes Arévalo Ipanaque
Universidad Peruana Unión
Dra. María del Rosario Landín Miranda
Universidad Veracruzana
Dra. Fabiola Peña Cárdenas
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Dr. Gilberto Mercado Mercado
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Dra. Rosalinda Gámez Gastélum
Universidad Autónoma de Sinaloa
Dr. Iscander Armando Ramírez Castañeda
Tecnológico Nacional de México/I. T. De Torreón
Dra. Tzintli Meraz Medina
Universidad de Guadalajara
Dr. Héctor Javier Amparán Mora
Tecnológico Nacional de México/I. T. De Puebla

Mtra. Juana Alicia Villarreal Cavazos
Universidad Autónoma de Coahuila
Dr. Benito Zamorano González
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Dr. Gerardo Quiroz Bojorges
Secretaría del Medio Ambiente de la CDMX
Mtro. Ricardo García Parada
Tecnológico Nacional de México/I. T. De Chihuahua II
Mtro. Luis Daniel García García
Escuela Normal de la Huasteca Potosina
Dr. Armando Cortez Ordoñez
Universidad del Valle de México
Dra. Cinthya Ivonne Mota Hernández
Universidad del Valle de México
Dr. Ricardo García Jiménez
Universidad Tecnológica de la Mixteca
Rosa María Alonzo González
Universidad de Guadalajara
Dr. Ricardo García Jaime
Universidad Pedagógica Nacional CDMX

Índice de Contenido

	Página
EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS <i>Autores: Olga Judith Medina Burciaga, Adán Valles Chávez, Jaime Sánchez Leal, Perla Ivette Gómez Zepeda.</i>	10
LA INCIDENCIA DE ROTACIÓN DE PERSONAL OPERATIVO EN UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS AUTOMOTRICES <i>Autores: José Soledad Retana, Francisco Zorrilla Briones, Alfonso Aldape Alamillo, Manuel Alonso Rodríguez Morachis, Luz Elena Terrazas Mata.</i>	18
MANEJO MANUAL DE CARGAS Y DOLOR LUMBAR EN TRABAJADORES EN LATINOAMERICA <i>Autores: Miriam Guerrero Calleros, Rosa María Reyes Martínez, Jorge de la Riva Rodríguez, Velia Herminia Castillo Pérez, Ana Isela García Acosta.</i>	27
BRUSCO DESPERTAR PARA LA EDUCACIÓN EN LÍNEA. ESTUDIO SOBRE DISPONIBILIDAD DE HABILIDADES Y HERRAMIENTAS PARA ENFRENTARLO <i>Autores: María del Pilar García Herrera, Velia Herminia Castillo Pérez.</i>	33
PRONÓSTICO DE DEMANDA USANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES COMO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA EN LOS PROCESOS DE LAS EMPRESAS <i>Autores: Tania Guadalupe Ramos arcía1, Mirella Parada Gonzalez, Ulises Martínez Contreras, Arturo Woocay, Laura Elizabeth Silva Leyva.</i>	42
SISTEMA INTELIGENTE PARA LA MEJORA CONTINUA DE INSPECCIÓN VISUAL DE DAÑO EN AUTOPARTES EN LA INDUSTRIA <i>Autores: Janeth Yessenia Reyes Chávez, Humberto García Castellanos, Carlos Alberto Ochoa Ortiz, David Díaz Murillo.</i>	50
MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE RESISTENCIAS DE VIDRIO <i>Autores: María Concepción Fuentes Morales, René Saucedo Silva, Alejandra Herrera Chew, Ma. Dolores Arroyo Mendoza, Esperanza Ibarra Estrada.</i>	59

	Página
<p>LA MÚSICA EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE EXÁMENES MUSICALES EN EL ITCJ <i>Autores: José Alanís Villaseñor, Geovana Jadai Chávez Moreno, Xóchitl Aviña Rivera, Rosa Silvana Cera Gaytán, Jorge Adolfo Pinto Santos.</i></p>	70
<p>DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD SANITARIA: INSTITUTO TECNOLOGICO DE CIUDAD JUAREZ <i>Autores: Jesús Elisabeth Sánchez Padilla, Mario Macario Ruiz Grijalva, Jeovany Rafael Rodríguez Mejía, Gonzalo Rodríguez Villanueva, Ernesto Alonso Lagarda Leyva.</i></p>	74
<p>DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE CLIENTES ANTICIPADAS CON LA UTILIZACIÓN DE MODELOS DE PRONÓSTICOS PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTO MÉDICO <i>Autores: Carlos Antonio Fernández Muñoz, Manuel Alonso Rodríguez Morachis, Luz Elena Terrazas Mata, Francisco Zorrilla Briones.</i></p>	82
<p>ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA SATISFACCIÓN LABORAL Y LA EFECTIVIDAD DEL LIDERAZGO EN SUPERVISORES DE UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ <i>Autores: Juan Manuel Espinoza Pule, Francisco Zorrilla Briones, Alfonso Aldape Alamillo, Manuel Alonso Rodríguez Morachis, Lizette Alvarado Tarango.</i></p>	90
<p>FACTORES QUE INTERFIEREN EN LA ELABORACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA MANUFACTURA DEL PRODUCTO <i>Autores: Jorge Santos Farías, Manuel Arnoldo Rodríguez Medina, Lizette Alvarado Tarango, Eduardo Rafael Poblano-Ojinaga</i></p>	98
<p>ANÁLISIS DEL CLIMA LABORAL DEL PERSONAL DOCENTE DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO CAMPUS CIUDAD JUÁREZ <i>Alondra Andrade García, Diego Adiel Sandoval Chávez, Alfonso Aldape Alamillo, Luz Elena Terrazas Mata, Lizette Alvarado Tarango</i></p>	111

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS

Olga Judith Medina Burciaga¹, Adán Valles Chávez², Jaime Sánchez Leal³, Perla Ivette Gómez Zepeda⁴

¹Ing. en Gestión Empresarial, ²Doctor en Ciencias en Ingeniería Industrial, ³M.C.I Industrial, M.C de las Matemáticas, Doctorado en Filosofía con Especialidad en Ingeniería Industrial, ⁴Doctora en Administración

¹judith.medina@yahoo.com.mx

^{1,2,3,4}Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Departamento de Posgrado e Investigación Tecnológico No. 1340, Fraccionamiento El Crucero, Código Postal 32500, Teléfono (656) 6882533, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

²avalles@itcj.edu.mx, ³jsanchezleal@gmail.com, ⁴perla.gz@cdjuarez.tecnm.mx

Resumen— El objetivo principal de esta investigación fue realizar una programación y realizar una asignación de ruta para el transporte de hidrocarburos, para así minimizar los tiempos de entrega en cada una de las estaciones del servicio. Se realizó una revisión en el procedimiento de distribución de gasolina en Ciudad Juárez, con el propósito de maximizar la productividad de los choferes que realizan la distribución y como resultado de una asignación efectiva se equilibró la carga de trabajo.

El programa que se utilizó para la asignación óptima de rutas, Legin, plantea un modelo que nos permite conocer las variables más importantes en un problema de optimización. Se conocerán los antecedentes de la programación actual y como se interrelacionan los elementos, así como las variables que se toman en cuenta para la toma de decisiones.

El resultado arrojado por el software antes mencionado nos demuestra que, siguiendo la regla de despacho primero en llegar primero en servir, se puede agilizar el número de viajes realizados por día, reduciendo los tiempos muertos y maximizando la capacidad de desempeño en un 39% por turno de trabajo. El programa se ejecutó con una muestra de 20 estaciones de servicio y 5 choferes, encargados de realizar la tarea de entrega de combustible en ciudad Juárez

Palabra(s) clave— Programación, Entrega, Asignación, Optimización, Legin.

Abstract – The main objective of this research was to carry out a programming and make a route assignment for the transportation of hydrocarbons, to minimize delivery times in each of the service stations.

A review in the fuel distribution procedure in Juárez city, with the purpose of maximizing the productivity of the drivers who deliver the fuel distribution and because of scheduling and programming, a better productivity, the workload was balanced.

The program that was extracted for optimal route estimation, Legin, proposes a model that allows us to know the most important variables in an optimization problem. The background of the current programming let us know how the elements are interrelated, as well as the variables, that are important for make better decisions.

The result of the software shows us that following the dispatch rule first to arrive first to serve, you can speed up the number of trips and delivers made per day,

reducing the downtime, and maximizing the capacity by 39% per shift.

The program was executed with a sample of 20 service stations and 5 drivers in charge of carrying out the task of fuel delivery in Juarez city.

Keywords— Programing, Delivery, Optimization, Scheduling, Legin.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se acrecienta la necesidad de mejorar los indicadores de desempeño para la mejora de cualquier sistema de distribución y/o transporte, la toma de decisiones dentro de esta, es muy importante para la organización a fin de garantizar los objetivos de esta. Por esta razón, es necesario plantear los elementos que eficienten la asignación de trabajos, en este caso la tarea de evaluar el sistema de distribución y transporte en una planta de almacenamiento que se dedica a la distribución de hidrocarburos en Ciudad Juárez. Este sistema cuenta con una logística para cada operador de autotanques y distribuye el producto cargado dentro de la planta en diferentes puntos de la ciudad en un tiempo determinado.

Se evaluó el programa utilizado para la asignación de rutas con el fin de modificar los aspectos críticos del proceso bajo análisis, como son: variabilidad, interdependencia entre sus elementos y dinámica en el tiempo. Sobre todo, evaluar el desempeño del sistema actual. También facilitó la experimentación de diferentes alternativas de distribución para el mejoramiento de los parámetros de operación del sistema que actualmente se utiliza.

La problemática más notoria se ha venido suscitando conforme la población de Ciudad Juárez se incrementa y el traslado del hidrocarburo se hace más complicado, derivado de diferentes factores como lo pueden ser: tráfico, distancia, disponibilidad de A/T, cantidad de estaciones de

servicio, personal de asignación de viaje, disponibilidad de producto.

Para realizar la asignación de los trabajos, se planifica toda una red que asegure que el servicio que se otorga siempre será de máximo nivel y que la empresa utilice mínimos recursos, en algunos casos se necesita conocer los costos de distribución. Estos elementos son los vehículos de transporte con dos diferentes capacidades de almacenamiento, las instalaciones fijas (tanques de almacenamiento, disponibilidad de capacidad en la estación de servicio, la terminal multimodales), así como el operador del equipo en donde se evaluará el desempeño, el tiempo y la distancia para mejora de la entrega. El diseño de estas rutas se pondera de acuerdo con la urgencia del hidrocarburo en la estación de servicio, seguido por cumplimiento de programa y pago, por último, distancia de la misma, que justifica el porqué del envío en específico.

Debido a esto se hizo necesario realizar una evaluación del sistema, así como de los criterios que se realizan al enviar al conductor de autotankes a una estación de servicio determinada para así tomar una decisión más óptima ya que el personal relacionado en la entrega manifiesta falta de criterio en la asignación porque terminan a diferentes tiempos la jornada laboral y por su parte las estaciones de servicio se quejan constantemente del trato y servicio al cliente.

DESARROLLO

Descripción del problema

El proceso de entrega del hidrocarburo por medio del operador con su autotankes asignado con destino a las estaciones de servicio ha sido el mismo procedimiento de entrega durante varios años, lo que se describe a grandes rasgos a continuación:

1. El cliente (estación de servicio) programa la cantidad y producto requerido dependiendo de la demanda diaria y la programa en un portal comercial.
2. Se visualiza el requerimiento de hidrocarburo por parte del área comercial y la orden se asigna a un programa diario en donde puede ser atendida en cualquiera de los 3 turnos que la organización maneja.
3. El área de operación asigna a cada operador un autotankes en un turno laboral de 8 horas los viajes que aparezcan en el programa para su atención.
4. El operador del autotankes carga en las

instalaciones el hidrocarburo requerido para realizar el procedimiento de transporte hacia la estación de servicio previamente asignada y realiza el proceso de descarga del hidrocarburo que se requirió. De esta manera el conductor vuelve a las instalaciones de la empresa para completar otro procedimiento de carga y descarga hacia otra estación de servicio que tenga su viaje previamente programado en el turno.

Este proceso es evaluado por los departamentos correspondientes dentro de la organización, así como avalado por una lista numerosa de procedimientos tanto operativos como de seguridad que hacen de esta operación una actividad segura y factible, dándole prioridad a la seguridad de los procedimientos, personal, ciudadanía, estaciones de servicio y medio ambiente, debido al riesgo que conlleva transportar hidrocarburos altamente inflamables y explosivos.

Por esta razón la satisfacción del cliente se ha convertido en una problemática en segundo plano, es de vital importancia reconocer que con la entrada de la Reforma Energética a México es necesario implementar una política eficiente de competitividad para el mejoramiento de la producción y los costos. Aspectos que pudieran resultar afectados debido a la falta de criterio, métodos obsoletos y análisis para la evaluar la logística de transportación.

En la actualidad, no se logra cumplir en el tiempo requerido por el cliente por la falta de la comunicación efectiva entre el área Comercial y Operacional al momento de asignar el viaje programado, ya que este procedimiento es efectuado por una persona y no un software, entrando ahí diferentes criterios al momento de la asignación del viaje como pueden ser distancias, chofer, horario entre otros criterios que a su vez pueden ser erróneos y susceptibles a falla.

Esta situación provoca que los conductores de autotankes no realicen el mismo número de viajes ni se aproximen en distancias recorridas en una jornada laboral regular. Algunas estaciones programan su viaje en un día y turno determinado, dependiendo de la demanda diaria, por lo que se trata de atender toda la programación de viajes el día que se programó para poder tener el menor número de clientes pendientes para el próximo turno.

Como ya se mencionó anteriormente, la falta de comunicación de la estación hacia la empresa

provoca que en algunas ocasiones se le de atención inmediata a su orden y al llegar el conductor con el hidrocarburo la estación no tenga cupo en su tanque de almacenamiento, como consecuencia el conductor tiene que realizar un proceso de espera en la estación y regresar con el autotank sin realizar la descarga del combustible.

La empresa en este caso, tiene que realizar un proceso de descarga y carga, sin embargo, en esta situación la falta de comunicación fue por parte del cliente, se le realiza con cobro del flete, pero debido al tiempo empleado en el procedimiento una estación deja de ser atendida por el incidente. La falta de logística, organización y planeación en la entrega de hidrocarburo a las estaciones de servicio (gasolineras con contrato en la empresa en Cd. Juárez) han generado que haya estaciones insatisfechas, así como la falta de optimización al momento de tomar decisiones con respecto a las variables indirectas que se mencionaron anteriormente.

Como consecuencia también se han generado conflictos con el personal al que se le asigna su ruta diaria, ya que no todos realizan el mismo número de viajes diarios y esto afecta tanto a la estación que programó a tiempo su solicitud de viaje dentro del portal comercial, así como la productividad individual del conductor que realiza el reparto del hidrocarburo. Se pretende demostrar que el sistema actual de esta organización debe ser sometido a una profunda evaluación y de requerirse se llevara a cabo una modificación en sus variables de selección para la entrega del hidrocarburo a la estación en tiempo y forma correcta.

El objetivo de este trabajo es realizar una programación y asignación de ruta para el transporte de hidrocarburo que minimice los tiempos de entrega a la estación de servicio y equilibre la carga de trabajo y por consecuencia se mejore la productividad y la comunicación con el cliente. Esto permitirá aceptar o rechazar la hipótesis de que: es posible que elaborando un sistema de programación y asignación de actividades donde se le introduzcan variables ponderadas como lo son: personal más calificado para la tarea, autotankes y conductores disponibles, distancia y número de viajes programados diarios para realizar la asignación de viajes, se puedan minimizar las diferencias entre las distancias y el tiempo muerto al que recurren algunos de los choferes de la flotilla en turno, debido a que no cuentan con un programa que evalúe su productividad.

Para la resolución en la comunicación efectiva entre el cliente y el área comercial será necesario realizar un historial mensual de cada estación para evaluar el cumplimiento operativo y financiero para que al momento de tomar la decisión se cuente con un pronóstico histórico.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Logística

La logística tuvo sus inicios en el ambiente militar, y se fue desarrollando hasta que empezó a ser tomada en cuenta a partir de la segunda guerra mundial en el contexto empresarial. La logística ha recorrido el camino del manejo de materiales, los flujos, hasta llegar a la logística integral, se requiere conocer la historia, los conceptos básicos, para adentrarse en la producción, almacenaje y distribución y tener mejor claridad sobre este tema [1]. La logística cobra importancia en las organizaciones ya que es necesario comprenderla para administrar de forma adecuada el flujo de materiales [2].

Es así que, la logística “tiene como finalidad planificar y gestionar todas las operaciones relacionadas con el flujo óptimo de las materias primas, productos semielaborados y productos terminados, desde las fuentes de aprovisionamiento hasta el consumidor final” [3], si se refiere a una empresa que se dedica a la producción, los costos logísticos de una organización son el 50% o 60% de sus ventas [4], así que la reducción de estos costos es de vital importancia para que la empresa tenga utilidades.

Un modelo de los procesos logísticos adecuado mejoraría la eficiencia de esta investigación. En esta empresa, una forma de estrategia es utilizar los medios propios de transporte, ya que permite coordinar expediciones, entregas y trayectos. Los autotankes se ajustan al volumen de la carga y se aprovecha el mismo trayecto para la próxima carga y entrega [5].

La observación de un sistema permite acceder al comportamiento de un proceso. Recopilar información para luego reproducirla en forma de simulación, permite conocer al sistema en el paso del tiempo. Esto no es una técnica de optimización es más bien conocer el desempeño con las mediciones de un sistema modelado, basados en este supuesto, después de analizar el programa para evaluar el desempeño, será necesario realizar un trabajo de asignación de tareas para la minimización de los tiempos y, por lo tanto, los

costos.

Transporte y gestión

El transporte incluye varios componentes que permiten generar un sistema y los cuales son fundamentales, como son la infraestructura, el vehículo y la empresa, ninguno puede trabajar de forma completa sin el otro [6]. Uno de los procesos fundamentales de la estrategia logística de una empresa es el transporte, este merece una atención prioritaria en el diseño y la gestión del sistema que se utilice ya que es el elemento con mayor ponderación en costo [7].

El transporte es el encargado de que los productos sean trasladados a los puntos convenidos entre vendedor y comprador, cumpliendo con aspectos de seguridad, servicio y costo [8]. Si se reducen los costos del transporte, entonces es una actividad que añade valor, de lo contrario si no se controlan bien los procesos que se utilizarán para la movilización de bienes y productos el costo se incrementa [1].

El diseño de esta cadena para alcanzar un sistema logístico ideal comprende varios procesos como son: producción, planificación, aprovisionamiento, distribución y por último servicio al cliente [7], para el problema que abarca este estudio es necesario que la misma persona deba estar involucrada en cada una de las áreas y redes de distribución, ya que es necesario trabajar con los flujos, conocer la identidad e ubicación de todas las estaciones de servicio de la ciudad (alrededor de 140 gasolineras) y conocer los autotanques y sus capacidades para que todos los actores de la cadena de abastecimiento sean efectivos.

Redes Neuronales

Son una forma de expresar ciertas características de los propios seres humanos, las redes neuronales tienen la capacidad de recordar y memorizar ciertos hechos para asociarlos. Al investigar con precisión los problemas que no pueden expresarse a través de un algoritmo, se puede concluir que todos tienen una característica en común: la experiencia. Se puede definir que no son más que un modelo artificial, que reduce y simplifica el cerebro humano, esto son las redes neuronales, es decir, “Un sistema para el tratamiento de la información que está inspirado en la célula fundamental del sistema nervioso humano: la neurona” [9].

Ventajas que ofrecen la red neuronal

1) Auto-organización. Es capaz de crear una organización o representación de la información durante un proceso de aprendizaje.

2) Tolerancia a fallos. Algunas características de una red neuronal es que puede detener o posponer la degradación de su estructura si esta llegara a dañarse.

3) Operación en tiempo real. Otra de sus capacidades es que puede realizar dos o más procesos a la vez, estos se pueden diseñar y fabricar con máquinas especiales para que tengan esta característica.

4) Fácil inserción dentro de la tecnología existente. Tienen la capacidad de reproducirse en chips especiales y así mejorar su capacidad. Esto facilita que se integren en sistemas existentes [9, 10].

Modelo Heurístico

La heurística se definió como “un procesador que deliberada y juiciosamente procesa información e ignora alguna otra [9]. Esta tiene el propósito de resolver con eficiencia los problemas con cierto grado de complejidad, pero es necesario cumplir con los requisitos de optimización y completar una estructura de control que no necesariamente encontremos la mejor respuesta, pero si buscamos la mejor solución al problema. En otras palabras, es un proceso que busca aumentar la eficiencia cuando se esta buscando algo y que sacrifica cuestionamientos de complejidad [11].

Programa Algoritmo y Lenguaje

El funcionamiento de las computadoras tiene un funcionamiento con una naturaleza de un carácter inteligente y siempre ejecutan órdenes de forma intangible, estas órdenes se agrupan en programas y son conocidas como softwares, si se quiere estudiar estos programas es necesario dividirlos en la parte interna y externa, la interna es la que está integrada por el lenguaje de la máquina o el código con el que trabaja y la externa es la que representan los archivos que pueden estar o no en un formato que es compatible para el usuario. Es decir, un formato que respeta el código [12].

Programación de Actividades

Las salidas se deben llevar a cabo en los tiempos deseados y cumpliendo con el número de restricciones de tiempo y cumpliendo con la estructura entre las actividades y los recursos de la empresa [13]. El proceso de organizar, selecciona, y darle un tiempo al uso de los recursos para poder llevar a cabo las actividades se le llama programación de un sistema productivo [15].

Reglas de Despacho

Las reglas de despacho, son usadas para la selección de trabajos y como deben ser procesados,

es decir, el tiempo de espera en la cola y cuando una máquina queda sin trabajo. La solución de un problema por reglas de despacho debe repetir la regla de despacho tantas veces como sea necesario o como lo requiera la pieza o el producto procesado. Una de las características de las reglas de despacho para que cumplan con su objetivo es que siempre tengan información actualizada para la toma de decisiones [12].

Para ser más claros, la regla de despacho no es más que el criterio que se utilizó para ordenar el secuenciamiento de las tareas o actividades a las máquinas. Para tomar estas decisiones se debe tomar en cuenta los tiempos de proceso, el inventario de productos, el tiempo de cola o tiempos muertos, las fechas de entrega, número de trabajadores entre otras [14].

A continuación, las reglas más comunes de despacho:

1. Primero en llegar, primero en servir FCFS (first-come, first serve). Las actividades se procesan por cómo fueron llegando al almacén o lugar de producción.
2. Tiempo mínimo de procesamiento SPT (shortest processing time). Lo primero es obtener los tiempos de procesamiento de cada producto y se ordenan de menor a mayor. Primero se procesa el trabajo con menos tiempo y en último lugar el de mayor tiempo.
3. Fecha mínima de entrega EED (earliest due date). El primer trabajo que se procesa es el que tenga la fecha de entrega más próxima, y se ordenan crecientemente.
4. Relación crítica CR (critical ratio). Esta regla de despacho utiliza una fórmula para su procesamiento, la fracción del tiempo de procesamiento que se divide entre el tiempo último de entrega, el resultado que obtenga la mayor relación es el siguiente en procesar [14].

Máquinas en paralelo

Máquinas que pueden realizar el mismo tipo de proceso. La actividad a realizarse puede ser procesada en cualquier máquina. Y al ser el único proceso la actividad se da por finalizada. La mayoría de las veces las máquinas son iguales, a menos que se especifique lo contrario. A consideración de quien este realizando el trabajo será el tiempo de proceso en máquinas idénticas [15, 16].

Los problemas de asignación, pueden ser resueltos de manera más eficiente desglosando la siguiente función objetivo, así como las restricciones

correspondientes, refiriéndose a número de trabajos, máquinas, tiempo de la operación, etc.

- 1) Hay n trabajos con subíndice i , y estos trabajos son independientes entre ellos.
- 2) Cada trabajo i contiene una secuencia de operación, denotada por J_i .
- 3) Cada trabajo tiene de una o más operaciones $O_{i,j}$.
- 4) Cada secuencia de operación tiene un orden por un juego de operaciones $O_{i,j}$.
- 5) Hay m máquinas con subíndice K (La k -ésima máquina es denotada por m_k).
- 6) Para cada operación $O_{i,j}$ hay un juego de máquinas capaces de cumplir con la función objetivo. Este juego de máquina es denotado por $U_{i,j}$.
- 7) El tiempo de procesamiento P_i de una operación $O_{i,j}$ en una máquina K es predefinido y mayor que cero [15, 16].

Restricciones Generales

- 1) Cada operación no puede ser interrumpida durante el cumplimiento de la ejecución de esta.
- 2) Todas las máquinas están disponibles en el tiempo $t=0$
- 3) Cada máquina K , no puede procesar más de una operación simultáneamente [15, 16].

Modelo Matemático

Función Objetivo: $\text{Min } C \text{ Max}$

donde:

C = Tiempo de completar los trabajos

i = Tipo de máquina $i = 1, 2, \dots, i$ (Autotanque de 20,000 lts.)

j = Tipo de trabajo $j = 1, 2, \dots, j$ (Carga en isla: 20 minutos por igual)

k = Máquinas en paralelo $k = 1, 2, \dots, k$ (Número de choferes de autotanque).

$$\left\{ \begin{array}{l} 1; \text{ si la decisión } K \text{ es SI} \\ 0; \text{ si la decisión } K \text{ es NO} \end{array} \right\}$$

T_{ij} = Tiempo de elaboración del trabajo j en la máquina tipo i . (Tiempo que tarda el chofer en cargar el autotanque, llegar a la estación de servicio y volver a comenzar la nueva tarea) [15, 16].

METODOLOGÍA

Para la realización de la presente investigación se utilizó el método Scheduling máquinas en paralelo con la ayuda del software LEKIN. Lekin es un software educacional para la programación de la producción desarrollado por el Prof. Michael Pinedo (New York University), entre otros. La

solución de problemas tipo máquinas en paralelo son algunos de los varios tipos de problemas que puede solucionar este programa [17].

El software tiene como utilidad proporcionar el cálculo teórico de las medidas de desempeño de los algoritmos y las reglas de entrega, además de generar los puntos en donde se están produciendo las colas o esperas [18]. Este sistema contiene un número de algoritmos y heurísticas de programación y que fue diseñado para permitir al usuario enlazar y probar sus propias heurísticas y comparar su desempeño con las heurísticas y algoritmos incluidos en el sistema Lekin.

A continuación, se muestra los diferentes métodos con los que cuenta el programa para la solución de problemas de secuenciación, como lo son las reglas de despacho, los heurísticos como Cuello de Botella Móvil y Búsqueda Local.

El sistema (ver figura 1) puede trabajar en diferentes ambientes de máquinas como: máquinas simples, máquinas paralelas, flujo continuo, flujo flexible continuo, flujo intermitente y flujo flexible intermitente.

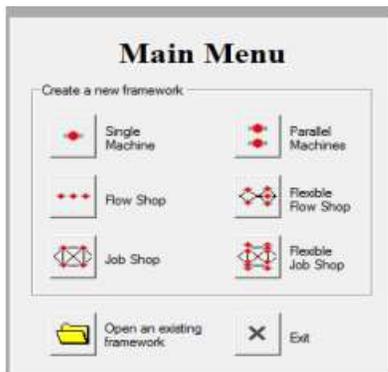


Figura 1. Menú Principal de Lekin.

Se introducen las estaciones de servicio que solicitaron combustible y por cada estación se introducen las limitaciones de tiempo de carga y los tamaños de trabajos no idénticos (cada estación de servicio tiene una distancia diferente por lo tanto es un tiempo diferente para terminar con cada tarea) así como la ponderación de la orden de trabajo, para poder maximizar el número de estaciones de servicio que se atiende diario, en la siguiente figura se realizó a una escala de 20 estaciones de servicio, el promedio diario por turno es 100 estaciones.

Para la realización de esta investigación se introdujeron los datos de 20 estaciones de servicio, a todas se les dio ponderación prioritaria ya que son

las que comúnmente tiene más desabasto de combustible por ser las más concurridas, el tiempo en minutos es el que realiza el chofer cada vez que hace el procedimiento de carga y descarga (ver figura 2).

ID	Wgt	Wb	Dist	Prm	Stat
ES 1000	5	0	1	87	A
ES 1001	5	0	1	87	A
ES 1002	5	0	1	12	A
ES 1003	5	0	1	87	A
ES 1004	5	0	1	115	A
ES 1005	5	0	1	115	A
ES 1006	5	0	1	109	A
ES 1007	5	0	1	100	A
ES 1008	5	0	1	47	A
ES 1009	5	0	1	37	A
ES 1010	5	0	1	129	A
ES 1011	5	0	1	70	A
ES 1012	5	0	1	18	A
ES 1013	5	0	1	70	A
ES 1014	5	0	1	85	A
ES 1015	5	0	1	11	A
ES 1016	5	0	1	18	A
ES 1017	5	0	1	46	A
ES 1018	5	0	1	10	A
ES 1019	5	0	1	8	A
ES 1020	5	0	1	8	A

Figura 2. Estaciones de Servicio que solicitaron combustible.

Para la parte de la implementación, primero es necesario agregar el tiempo de la tarea, es decir, el tiempo que tardará el chofer en realizar el despacho del combustible en la estación de servicio incluyendo el tiempo de regreso del autotanque a la terminal de almacenamiento.

Dado que cada estación de servicio tiene una distancia diferente, el tiempo que requiere cada operador será diferente uno de otro, para mejorar la eficiencia, se le puede agregar también un estatus a la orden, es decir, si el requerimiento es de carácter inmediato.

En este caso se identificaron todas las órdenes con el status "A" para que considere que es necesario que las órdenes sean atendidas durante el mismo día y el mismo turno. Aplicando la regla de despacho primero en llegar primero en servir (ver figura 3) se muestra cómo quedaría la tarea para cada máquina, que, en este caso, se están aplicando 20 tareas para 5 máquinas (choferes).



Figura 1. Resultados para 20 gasolineras.

Una vez introducidos los datos correspondientes dentro del software se puede observar, que la máquina que más tardaría en realizar su recorrido sería el chofer correspondiente a la máquina número 4, con un tiempo de recorrido de 345 minutos en total con una realización de 4 tareas, en comparación con la máquina 2 que es la que más rápido realizaría su recorrido de 4 tareas también con un tiempo total de 275 minutos teniendo entre ambas máquinas una diferencia de 70 minutos.

	Chofer 1	Chofer 2	Chofer 3	Chofer 4	Chofer 5
Estación numeración (Por)	110530	104816	104817	104827	104827
	104836	104828	104829	111584	108585
	113245	113243	113244	104815	113242
		112495	112496	104814	112494
					111061
Tiempo (Min.)	280	275	295	345	300

Tabla 1. Programación de rutas (Optimizada).

Podemos observar que, de los 5 choferes, la máquina número 5 es la que realiza 5 recorridos en el mismo turno que los demás choferes, ya que las distancias son mucho más cortas a todas las demás. Todos estos resultados fueron puestos en la tabla 1 para así dar mejor entendimiento del tiempo que se optimizó, número de recorridos y cuántos choferes se tomaron en cuenta.

Otras investigaciones que aplican herramientas de Lean Manufacturing pueden demostrar que sin utilizar un software se puede llegar a las causas primarias que afectan la productividad de una empresa. Parece una herramienta muy útil para la resolución de un problema que pudiera parecer con poca repercusión, pero también útil para un problema mayor. La aplicación de diagramas y sistemas de procesos son muy importantes para minimizar errores, la utilización de la herramienta Brainstroming que tiene como principal objetivo analizar las áreas de estudio más importantes en una organización tiene de iniciativa buscar mejoras continuas en áreas específicas como lo son: mano

de obra, maquinas, materiales, métodos y medición, así como elaborar diagramas de cadenas de valor y de procesos son herramientas que pudieran agregar valor a esta investigación.

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos después de la realización de diferentes pruebas, se puede concluir en primer lugar que, con el exponencial crecimiento de las industrias se incrementa la necesidad de mejorar los diferentes sistemas de distribución, no solo de hidrocarburos sino también de algunos otros productos básicos para la vida cotidiana, lo que promete mejores tiempos de entrega y en algunas ocasiones podría incluir reducciones en costos.

Una vez que el software desempeña su tarea, se puede observar mediante una tabla de resultados como el programa realiza correctamente la optimización de tiempos de ruta, número de tareas realizadas por el chofer y, por supuesto, la reducción de los tiempos muertos para el despacho utilizando como premisa el equilibrar el tiempo de trabajo total entre cada uno de los choferes. En este caso, solo uno de ellos teniendo una diferencia de 20 minutos respecto a los demás choferes, esto siendo consecuencia de algunos factores como las distancias recorridas o la cantidad de tareas que el operario debe de realizar. Esto demuestra que el programa puede realizar tareas de optimización y que el mismo puede ser utilizado para optimizar entregas de algunos otros productos además de hidrocarburos.

Al realizar la comparación de un antes y después de Lakin se puede concluir lo siguiente: se redujo el tiempo laboral a 6.4 horas aproximado por cada chofer, en costos logísticos se reduce a maximizar el número de gasolineras atendidas, así como a equilibrar la carga de trabajo. Se puede suponer que se cumplió con el objetivo y la hipótesis con el criterio de selección que se utilizó.

Se recomienda utilizar el programa Lakin en diferentes escenarios, ya que con una sola corrida no se puede saber con exactitud si está solucionado el problema con su ponderación máxima, ya que las variables pueden cambiar diariamente, es decir, el número de máquinas, de choferes con los que se cuenta en la jornada, de estaciones programas, no siempre serán las mismas, por lo tanto, la regla de despacho cambia por consecuencia y la jerarquía también. Esto se debe tomar en cuenta para tomar mejores decisiones en la asignación. La propuesta sería expandir la selección de estaciones de servicio

con el número diario por turno y con el número de trabajadores reales, es necesario también realizar un historial de clientes que no cumplen en tiempo y forma con el pago y los requerimientos de la entrega para llegar a un acuerdo de multas y se tenga una comunicación efectiva.

AGRADECIMIENTOS

A Olga, Sergio y Fernanda, qué sería sin su apoyo, León espero que un día estes orgulloso de tu madre.

BIBLIOGRAFÍA

[1] C. J. Langley. (1986). Evolution of logistics concepts. *Journal of Business Logistics*, No. 7 (2), pp. 1-13.

[2] A. J. Carreño Solís. (2018). Cadena de suministro y logística. Lima, Perú: Fondo Editorial de la PUCP.

[3] M. J. Escudero Serrano. (2014). Logística de Almacenamiento. Madrid, España: Ediciones Paraninfo, pp. 2.

[4] R. H. Ballou. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro, México: Pearson Educación.

[5] M. J. Escudero Serrano. (2019). Logística de almacenamiento. 2da ed. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.

[6] B. Cendrero Agenjo y S. Truyols Mateu. (2008). El transporte: Aspectos y tipologías. Madrid, España: Delta Publicaciones.

[7] D. M. Bovet y A. Joas. (2000). La producción alineada con el cliente. Hacia la excelencia operativa, la clave está en la ejecución. *Gestión*. Vol. 7 No. 4 pp. 52-59.

[8] L. A. Mora García. (2014). Logística del transporte y distribución de carga. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

[9] D. J. Matich (2001). Redes Neuronales: Conceptos Básicos y aplicaciones, pp. 55.

[10] J. J. Bartholdi, III y L. K. Platzman. (1988). Heuristics Based on Space filling Curves for Combinatorial Problems in Euclidean Space. *Management Science*, vol. 1 34(3) pp. 291-305.

[11] A. Matute. (1999). Heurística e Historia. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

[12] M. J. Mathieu. (2014). Introducción a la programación. México: Grupo Editorial Patria.

[13] J. R. Walters. (1993). Heuristic Scheduling Systems by T. E. Morton y D. Pentico. Wiley, pp. 695.

[14] R. Carro. (2009). Investigación de operaciones en administración. México: Pincu.

[15] K. R. Baker y D. Trietsch. (2009). Principles of Sequencing and Scheduling. New Jersey, USA: John Wiley & Sons.

[16] E. Salazar-Horning y J. C. Medina-S. (2013). Minimización del makespan en máquinas paralelas idénticas con tiempos de preparación dependientes de la secuencia utilizando un algoritmo genético. *Ingeniería, Investigación y tecnología*, vol. 14.

[17] M. Pinedo. (2016). *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems*. Springer.

[18] P. Gómez Cárdenas. (2018). Diseño de práctica para la programación secuencial de operaciones en los módulos Fischertechnik del laboratorio de lógistica de la Facultad de Ingeniería Industrial. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.

ROLES DE CONTRIBUCION	AUTOR
1. Conceptualización	Olga Judith Medina Burciaga
2. Curación de datos	Olga Judith Medina Burciaga
3. Análisis formal	Olga Judith Medina Burciaga
4. Adquisición de fondos	Olga Judith Medina Burciaga
5. investigación	Olga Judith Medina Burciaga
6. metodología	Olga Judith Medina Burciaga
7. Administración del proyecto	Jaime Sánchez Leal
8. Recursos	Olga Judith Medina Burciaga
9. Software	Jaime Sánchez Leal
10. Supervisión	Perla Ivette Gómez Zepeda
11. Validación	Adán Valles Chávez
12. Visualización	Olga Judith Medina Burciaga
13. Redacción	Olga Judith Medina Burciaga
14. Redacción	Perla Ivette Gómez Zepeda

LA INCIDENCIA DE ROTACIÓN DE PERSONAL OPERATIVO EN UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS AUTOMOTRICES

José Soledad Retana¹, Francisco Zorrilla Briones², Alfonso Aldape Alamillo³,
Manuel Alonso Rodríguez Morachis⁴, Luz Elena Terrazas Mata⁵

¹Ing. José Soledad Retana es Estudiante de la Maestría en Ingeniería Administrativa en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. jose.soledadretana@flex.com.

²Dr. Francisco Zorrilla Briones es Profesor en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. fzorrilla@itcj.edu.mx. Autor corresponsal

³Dr. Alfonso Aldape Alamillo es Profesor Investigador en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. aaldape@itcj.edu.mx

⁴Dr. Manuel Alonso Rodríguez Morachis es Profesor Investigador en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. mmorachis@itcj.edu.mx

⁵Dra. Luz Elena Terrazas Mata es Profesora en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. lterrazas@itcj.edu.mx

Resumen -- En este artículo, se describe el estudio llevado a cabo en una empresa manufacturera de arneses automotrices, localizada en Cd. Juárez, Chihuahua, México, en relación a la rotación de personal. Una alta rotación del personal podría ser causada por varios factores, sin embargo, la hipótesis seguida en esta investigación es, que los índices de rotación de personal operativo son causados por los diferentes estilos de liderazgo utilizados por los supervisores. La investigación se efectuó gracias a los datos de rotación proporcionados por la empresa. La recolección de la información para la investigación se hizo mediante cuestionarios aplicados de manera presencial a los supervisores de las líneas de producción. Con un primer cuestionario se recolectaron datos demográficos de los supervisores de producción y mediante el cuestionario LEAD (Por sus siglas en inglés: Leader Effectiveness and Adaptability Descripción) (Descripción de la Efectividad y Adaptabilidad del Líder), se determinó la adaptabilidad y efectividad de los supervisores en su forma de liderar a sus seguidores.

Palabras Clave: Supervisores, liderazgo situacional, tasa de rotación de personal, adaptabilidad, efectividad.

Abstract -- This article describes the study carried out in an automotive harness manufacturing company, located in Cd. Juárez, Chihuahua, Mexico, in relation to staff turnover. High staff turnover could be caused by several factors, however, the hypothesis followed in this research is that operational staff turnover rates are caused by the different leadership styles used by supervisors. The investigation was carried out thanks to the rotation data provided by the company. The collection of information for the research was done through questionnaires applied in person to the supervisors of the production lines. With a first questionnaire, demographic data of the production supervisors were collected and through the LEAD

questionnaire (Leader Effectiveness and Adaptability Description), the adaptability and effectiveness of the supervisors in their way of leading their followers was determined.

Key words – Supervisors, situational leadership, staff turnover rate, adaptability, Effectiveness.

INTRODUCCIÓN

El inicio de la investigación del liderazgo se remonta a principios del siglo XX, y fue a partir de 1930 cuando adquiere más relevancia [1]. En los siguientes cincuenta años la investigación del liderazgo se centró en: las características y en la personalidad del líder, la interacción del líder y los colaboradores, factores situacionales y contingentes que moderaran los efectos del liderazgo, el comportamiento del líder, su orientación a la tarea y/o a las relaciones, objetivos, etc.

En las teorías del liderazgo, en función de la situación, se encuentra la teoría de roles y la teoría de contingencias o situacionales. Entre la gran cantidad de teorías acerca del liderazgo; la teoría seleccionada para este estudio, es la Teoría Situacional de Hersey y Blanchard, diseñada por Paul Hersey y Ken Blanchard en 1969 y perfeccionada por ellos en años sucesivos. Esta teoría se centra en la madurez de los colaboradores y la tarea a desempeñar. El estilo de liderazgo debe seleccionarse según la madurez de éstos y de su nivel de preparación.

Se desea realizar una investigación en las líneas de producción para identificar y analizar el estilo de liderazgo que predomina entre los supervisores; con

el fin de evaluar el impacto que se tiene en la rotación de personal operativo.

La empresa AAA donde se llevó a cabo este proyecto, está localizada en Cd. Juárez, Chihuahua, México. Su giro es dentro de la rama automotriz y sus productos son arneses para baterías, motores y transmisiones para las principales marcas de automóviles.

Dentro de la industria maquiladora en Ciudad Juárez, uno de los ramos más importantes es el sector automotriz. AAA comenzó operaciones en 1997 con 1,800 empleados. Actualmente, la empresa cuenta con 2 plantas con 4627 empleados directos y 503 administrativos. El personal operativo está distribuido de la siguiente manera 2,452 (53%) en la Planta 1 y 2,175 (47%) en la Planta 2.

Esta empresa se caracteriza por utilizar la innovación como su herramienta principal para asegurar su presencia en el mercado global y cumplir su compromiso de entregar a sus clientes productos sin defecto alguno y a tiempo.

AAA es parte de un consorcio empresarial que tiene una presencia global en hasta 30 países con, aproximadamente, 200 mil empleados. Con 35,000 empleados en México se tienen plantas en: Chihuahua, Jalisco, Aguascalientes, Baja California, Querétaro, Sonora y Tamaulipas. Tiene instalaciones con una capacidad de producción de hasta 15 millones de arneses al año. Cuenta con un equipo de innovación que siempre busca nuevas maneras para mejorar procesos, además de automatizar sus procesos. Dentro de sus certificaciones, hasta el momento cuentan con la de Q1, otorgada por Ford, así como AITF 16949 e ISO 14001. Actualmente, exporta a los principales fabricantes de autos en México, Estados Unidos y Canadá, Italia y Brasil.

Aproximadamente el 70% de los componentes requeridos por la empresa son fabricados en México, y se realizan esfuerzos para desarrollar nuevos proveedores locales y así mejorar los plazos de entrega e impulsar la economía en la ciudad. En relación a la capacitación y desarrollo de sus empleados, AAA cuenta con un programa para que sus empleados, no solo puedan realizar sus labores, sino que también puedan lograr estudios académicos desde nivel primaria hasta posgrado. Para ello, cuenta con acuerdos educativos con las principales universidades e instituciones de la localidad.

Dentro del programa de Responsabilidad Social de la Empresa, AAA tiene objetivos audaces y claros en términos de sostenibilidad, alineados con los esfuerzos de la ONU, algunos de los cuales son el reducir el 20% de las emisiones de CO2, así como reducir el consumo de agua y energía. Por ello, AAA ha sido reconocida en los Premios de Liderazgo de Fabricación 2019 en 4 categorías, incluido el liderazgo en sostenibilidad. También se tienen programas de voluntariado en los que los empleados ayudan a organizaciones no gubernamentales y organizaciones a nivel local.

DESARROLLO

Antecedentes del Problema

Para una adecuada administración del capital humano, se utilizan diferentes indicadores claves de desempeño (KPI: Key Performance Indicators), uno de los más importantes es el Índice de Rotación de Personal (IRP). Este permite medir y comparar la cantidad de personas que hay en varios periodos. El IRP es una señal para que en la administración de la empresa se tomen medidas para evaluar el clima organizacional y hacer los cambios pertinentes que coadyuven a la reducción del IRP.

La rotación total en la empresa puede dividirse en rotación voluntaria, la cual debe encender un foco rojo, ya que las renuncias por causas personales son indicación de que algo anda mal en la gestión del capital humano; rotación controlada, la cual es predecible y planeada; de tal forma que la operación de la empresa no se ve afectada.

El IRP se expresa en términos porcentuales mediante la siguiente fórmula matemática [2]:

$$IRP: (((A+D) / 2) \times 100) / ((F1+F2) / 2) \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

IRP: Índice o tasa de rotación

A: Número de personas contratadas durante el período considerado

D: Personas desvinculadas durante el mismo periodo.

F1: Número de trabajadores al comienzo del período considerado

F2: Número de trabajadores al final del período.

En la empresa AAA se tiene establecido como meta un índice de rotación de personal que no exceda de 5%. La empresa está afiliada a Índex Juárez, que es un organismo privado, constituido como asociación civil sin fines de lucro, para representar los intereses

de las empresas maquiladoras y manufactureras de exportación. Índice publica periódicamente diversos datos estadísticos, entre ellos, información sobre la rotación de personal, como la que se muestra en la Fig.1; Rotación de personal controlada e involuntaria en el 2021 para las empresas afiliadas a Índice Juárez. Durante el 2021 el promedio de la rotación controlada fue de 5.36%: mientras que la rotación involuntaria, tuvo un promedio de 1.38%. y, el promedio de la rotación final fue de 6.74%.

	ROTACION CONTROLADA	ROTACION INVOLUNTARIA	ROTACION TOTAL
Enero	6.3	1.24	7.57
Febrero	4.84	1.83	6.67
Marzo	5.5	1.35	6.85
Abril	4.99	1.58	6.47
Mayo	5.56	1.24	6.8
Junio	5.74	1.18	6.9
Julio	6.09	1.27	7.37
Agosto	6.73	1.15	7.88
Septiembre	5.37	1.4	6.77
Octubre	5.22	2.12	7.34
Noviembre	4.49	1.37	5.86
Diciembre	3.67	.88	4.55

Figura 1. Rotación de Personal durante el 2021.

Esa información se muestra en la Fig. 2 desglosada por giro empresarial. AAA, como se dijo anteriormente, es una empresa una empresa de giro en arneses.

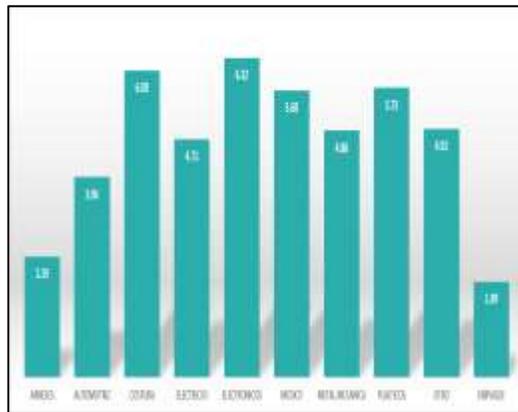


Figura 2. Rotación de Personal por Giro durante el 2021.

BAJAS DEL 2018 AL 2021													
	MES												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
2018	154	50	33	37	33	35	33	33	22	35	20	11	496
2019	52	45	27	198	246	206	266	180	305	263	206	131	2125
2020	322	165	137	0	2	128	148	216	275	247	209	127	1976
2021	276	134	173	177	108	67	90	121	153	276	280	177	2032
Total	804	394	370	412	389	436	537	550	755	821	715	446	6629

Figura 3. Rotación de Personal en AAA del 2018 al 2021.

En la figura 3, se muestran la cantidad de personal que se dio de baja por mes y por año en AAA, del 2018 al 2021. En la figura 4, esa información se muestra en forma porcentual con el fin de presentar la tendencia de rotación.



Figura 4. Tendencia de Promedio de Rotación de Personal en AAA durante el 2018 al 2021.

Indicadores con problemas

- La empresa tiene establecida una meta promedio de rotación de 5% mensual. puede verse en la figura 3 que la rotación de personal está por debajo de la meta establecida, durante el año del 2018 y hasta abril del 2019. Esto se debe a que por la pandemia del COVID-19 no hubo contratación. Sin embargo, en abril del 2019, se abrió la contratación y la rotación ha estado aumentando.
- Puntos pico en la rotación en los meses de enero 2020 y 2021, se atribuyen a que el personal que o sale de vacaciones a sus lugares de origen durante el mes de diciembre ya no regresaron a trabajar.
- Durante abril y mayo del 2020 debido a caída de ventas, también hubo incremento del IPR.
- En la figura 2 se indica que la industria arnesera e Cd. Juárez tiene una rotación promedio de 2.39, mientras que en AAA se tiene más del doble.
- Al revisar la información relacionada con la rotación, se detectó que también existían problemas con el Ausentismo y los Retardos.
- Otro importante problema, es que no se cuenta con un sistema de costeo adecuado para determinar el impacto de la rotación de personal en las finanzas de la empresa. Sin embargo, el costo estimado de rotación mensual por persona en US dólares es de \$5,600 (4,800 en ventas + 800 de entrenamiento). Este dato y los demás datos relacionados con la empresa fueron proporcionados por el CEO de AAA.

NOTA. Se recomendó que el total de Supervisores de producción se incluyan en el estudio, por lo que se consideraron 15 de la planta 1 y 15 de la planta 2.

MARCO TEÓRICO

Definición de Liderazgo: Una Perspectiva Histórica.

Uno de los grandes problemas que se tienen en las llamadas Ciencias Sociales es la falta de consenso en la definición de los términos empleados por ellas. En el proceso administrativo, liderazgo es una de sus variables más ampliamente investigada, pero, sigue aún sin ser bien entendida y sin contar con una definición aceptada por todos los científicos de la administración [3] [4].

En 1966 la Fundación Smith Richardson apoyó un estudio para hacer una revisión y análisis sistemático de la literatura existente a la fecha sobre liderazgo. El encargado de dicho estudio, Ralph. M Stogdill, quien publica su resultado, como un Manual de Liderazgo donde agrupa toda la evidencia publicada sobre liderazgo, indica que hay casi tantas definiciones de liderazgo como personas que intentaron definir el concepto.

[5] hace un resumen de los hallazgos hechos por Stogdill en lo que respecta a algunas de las tantas definiciones y concepciones sobre liderazgo que incluye además definiciones usadas por otros investigadores en estudios posteriores a la revisión de la literatura de Stogdill. Indica que las definiciones son base para desarrollar teorías; Stogdill agrupa las definiciones en 10 teorías; 1. Teorías del Gran Hombre, 2. Teorías de los Rasgos, 3. Teorías Ambientales, 4. Teorías Personal-Situacional, 5. Teorías de Interacción-Expectativas, 6. Teorías Humanísticas, 7. Teoría P-M del liderazgo (Performance-Maintenance), 8. Teoría de Liderazgo Carismático, 9. Teorías de Liderazgo Transaccional y Transformacional y, 10. Teorías Situacionales o Contingentes.

Algunas teorías de liderazgo revisadas, para su posible aplicación en esta propuesta, fueron:

Teoría X: El sociólogo Douglas McGregor [6] postuló dos teorías contrapuestas en su libro: El lado humano de la empresa. En la teoría denominada X, se

propone que al trabajador promedio, por naturaleza, no le gusta el trabajo y trata de evitarlo; que a las personas les gusta ser dirigidas, puesto que así evitan cualquier responsabilidad; y no tienen ambición alguna, sólo desean seguridad. Mientras que en la Teoría Y, se considera que las personas encuentran en su empleo una fuente de satisfacción y que se esforzarán siempre por lograr los mejores resultados para la organización, siendo así, las empresas deben promover las aptitudes de sus trabajadores en favor de dichos resultados.

Modelo del Grid o Rejilla Gerencial: [7] desarrollaron una forma bastante objetiva de representar gráficamente el punto de vista bidimensional de los estilos de Liderazgo, que ya habían sido investigados en Ohio State University y en Michigan University. El GRID es una manera de representar gráficamente todas las posibilidades de estilo de liderazgo, y de ver como se comparan un estilo con otro. El GRID identifica los intereses del líder y le facilita ver cómo interactúan. Utilizando los cuatro cuadrantes del Modelo de Ohio State, se elaboró una matriz de nueve por nueve, que bosqueja 81 diferentes estilos de liderazgo, describiendo explícitamente los cuatro tipos extremos y el estilo medio.

Teoría de los Sistemas de Likert [8]. Sugiere que los estilos de administración se dividen en 4 sistemas con sus extremos en el sistema; 1 (autoritario) y el sistema 4 (participativo): Sistema I – Coercitiva Autoritaria; Sistema II – Benevolente Autoritario; Sistema III – Asesor y, Sistema IV – Participativa

Teoría de Contingencia: La teoría de la contingencia [9], también denominada teoría de la efectividad del liderazgo, describe la manera en que se obtiene una alta efectividad de un grupo u organización mediante la personalidad de un líder y la situación. Esta teoría nació a partir de una serie de investigaciones hechas para verificar cuáles son los modelos de estructuras organizacionales más eficaces en determinados tipos de industrias. La teoría de la contingencia enfatiza que no hay nada absoluto en las organizaciones o en la teoría administrativa, que todo es relativo. El enfoque contingente explica que existe una relación funcional entre las condiciones del ambiente y las técnicas administrativas apropiadas para el alcance eficaz de los objetivos de la organización.

Modelo Camino-Meta: La teoría del camino-meta propuesta por Robert House, es un modelo de contingencia del liderazgo que se inspira en los

estudios de la Ohio State referentes a la consideración e iniciación de estructura. Propone que la misión del líder consiste en ayudar a sus seguidores a alcanzar sus metas y proporcionarle suficiente dirección y apoyo para garantizar que sus metas sean compatibles con los objetivos globales del grupo u organización.

Liderazgo Transformador: El modelo de liderazgo transformador de James McGregor Burns, requiere un líder que, considerando al trabajador como un individuo pleno y capaz de desarrollarse, pueda elevarle sus necesidades y valores y aumentarle la conciencia de lo que es importante; incrementar su madurez y motivación para que trate de ir más allá de sus propios intereses, del grupo, de la organización y de la sociedad [10].

Liderazgo Transaccional [11]: propone el concepto de liderazgo transaccional haciendo referencia a un tipo de liderazgo empresarial que tiene como base el intercambio. El trabajador ofrece sus servicios y obtiene por ello salario y otros beneficios y, por otro lado, el líder reconoce qué quiere conseguir y facilita a los trabajadores los recursos necesarios para hacer que lo consigan. El líder otorga a sus trabajadores intereses y recompensas y éstos responden con su trabajo.

Teoría de Liderazgo Situacional (TLS): En este estudio se propone usar el enfoque de las teorías situacionales o contingentes, el cual está orientado a líderes que adoptan distintos estilos de liderazgo en función de la situación y el nivel de desarrollo de los miembros de su equipo.

La Teoría del Liderazgo Situacional (TLS) es un modelo que se dio a conocer en 1969. Según sus autores, la TLS es una teoría sobre el liderazgo y no sobre la dirección. La distinción entre liderazgo y dirección es importante. El director es un individuo que ocupa una posición formal en una organización y es responsable del trabajo de al menos una persona y tiene autoridad formal sobre ésta [12]. Mientras que, el líder puede o no ocupar una posición formal.

La TLS se gestó a partir de los aportes de diversas teorías e investigaciones sobre el liderazgo y las organizaciones. Entre sus conceptos fundamentales están: a) Estilo de liderazgo: Comportamiento de Tarea y de Relación, b) Independencia de las dimensiones del comportamiento del líder, c) Concepto de madurez, d) Efectividad como ajuste entre el estilo y la situación, e) Técnicas de

modificación del comportamiento, y f) Percepción del poder.

Las teorías situacionales indican que existe un estilo de liderazgo ideal, mientras que la TLS de Paul Hersey y Blanchard no menciona un estilo de liderazgo ideal como las demás teorías, si no que indican que cualquier estilo de liderazgo es adecuado siempre y cuando se aplique a la situación adecuada. Es por esta razón que la propuesta de esta investigación se basa en la teoría del liderazgo situacional de Paul Hersey y Ken Blanchard.

Debido a la problemática presentada se hizo la siguiente:

Propuesta metodológica

Desarrollar una investigación para determinar los estilos de liderazgo (adaptabilidad) de los supervisores de producción en las dos plantas con el fin de buscar respuesta a las:

Preguntas de investigación

- ¿Qué relación existe entre los estilos de liderazgo de los supervisores y los parámetros de rotación de personal?
- ¿Qué relación existe entre la efectividad de los estilos de liderazgo de los supervisores y los parámetros de rotación de personal?

Hipótesis

- Los estilos de liderazgo de los supervisores tienen una correlación importante con la incidencia de rotación de personal operativo.
- La efectividad de los estilos de liderazgo de los supervisores y los parámetros de rotación de personal tienen una relación significativa.

Objetivos de la investigación

- Determinar el grado de adaptabilidad y efectividad del supervisor en los estilos situacionales.
- Proporcionar información a la empresa para capacitación de liderazgo.
- Que la empresa cuente con una base de datos distinta a la que normalmente utiliza con el fin de tener una toma de decisiones enfocada a recursos humanos.

Supuestos

- Los cuestionarios empleados en el estudio, son válidos y confiables.
- La información proporcionada por la empresa es confiable
- Los encuestados contestan con honestidad y confianza.

Delimitación del estudio

- Por ser una investigación de tipo transversal. los resultados, conclusiones y recomendaciones; son válidos solo para la empresa AAA durante el tiempo de duración del estudio.
- Se podrá implementar en otras empresas, pero los resultados van a variar según los parámetros encontrados en particular.

Cuestionarios

Cuestionario de datos demográficos

En este cuestionario se recopilará información de la persona en la empresa, se colectan datos como edad, años de labor, sexo, etc.

Cuestionario de liderazgo

Se utilizó el cuestionario SELF-LEAD, donde se presentan 12 situaciones y se dan cuatro alternativas de acción para cada situación. El Supervisor debió seleccionar solo una acción para cada situación.

Datos y su tratamiento

Análisis demográfico

El análisis demográfico se efectuó en la empresa AAA tomando en consideración los 30 supervisores activos durante el 2021, en las figuras 5 a la 9 se muestra el resumen de la información más relevante.

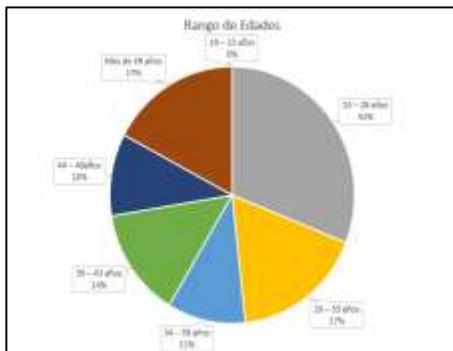


Figura 5. Rango de Edad de los Supervisores.

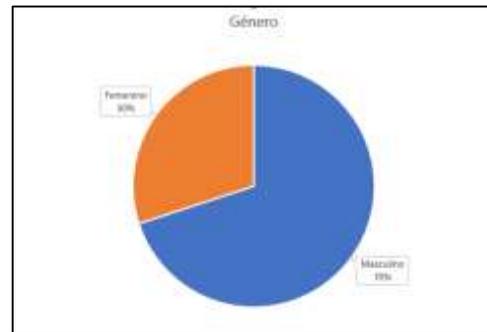


Figura 6. Género de los Supervisores.

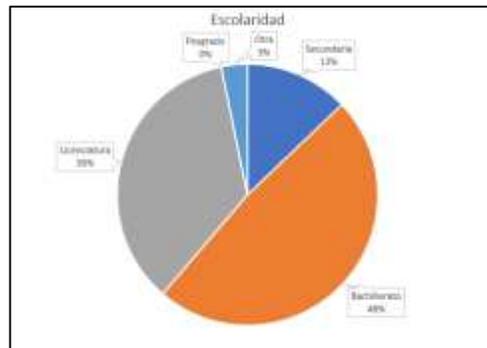


Figura 7. Escolaridad de los Supervisores.

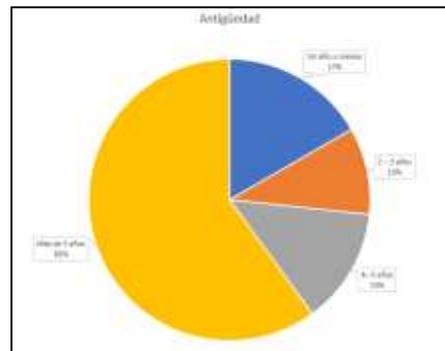


Figura 8. Antigüedad de los Supervisores.

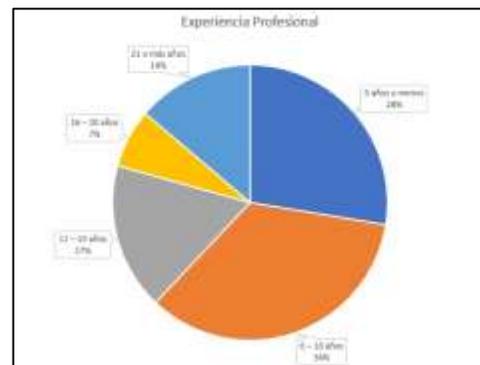


Figura 9. Experiencia Profesional de los Supervisores.

Descripción de la Adaptabilidad y Efectividad del Líder

Clave para su Determinación

Para obtener el estilo de liderazgo de cada supervisor, se les pidió contestar el cuestionario Self Lead, registrando las respuestas en las tablas de Adaptabilidad y Efectividad (Figura 10).

Una vez evaluadas cada una de las tablas de adaptabilidad y efectividad se determinaron los estilos y perfil de liderazgo de cada uno de los 30 supervisores encuestados. En la Figura 11 se muestra, por persona encuestada, su estilo de liderazgo predominante, su perfil de liderazgo y su efectividad de acuerdo al instrumento SELF-LEAD.

ADAPTABILIDAD					EFECTIVIDAD				
Alternativas de Acción					Alternativas de Acción				
	[1]	[2]	[3]	[4]	[a]	[b]	[c]	[d]	
1	A	C	B	D	D	B	C	A	
2	D	A	C	B	B	D	C	A	
3	C	A	D	B	C	B	A	D	
4	B	D	A	C	B	D	A	C	
5	C	B	D	A	A	D	B	C	
6	B	D	A	C	C	A	B	D	
7	A	C	B	D	A	C	D	B	
8	C	B	D	A	C	B	D	A	
9	C	B	D	A	A	D	B	C	
10	B	D	A	C	B	C	A	D	
11	A	C	B	D	A	C	D	B	
12	C	A	D	B	C	A	D	B	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[a]	[b]	[c]	[d]	
	5	7	0	0	3	3	2	4	
	Multiplicar por								
					[-2]	[-1]	[+1]	[+2]	
					-6	-3	+2	+8	
					TOTAL			1	

Nombre: SUPER 1

Figura 10. Tablas Resumen de la Encuesta de Liderazgo, Ejemplo.

Cabe destacar que en la aplicación de esta prueba, deben considerarse aspectos muy importantes, de manera que no falle el test, al encuestado debe explicársele que:

- No es una encuesta de inteligencia
- No hay respuesta buenas o malas
- No habrá ninguna consecuencia para su persona por los resultados del test

- El manejo de la información es totalmente anónimo

Nota: En el plan original se consideraron a los 30 supervisores de producción de las dos plantas, sin embargo, uno de ellos fue eliminado del estudio dado que, por necesidades propias de la planta, fue asignado a otras actividades, aunque sigue registrado en su sistema organizacional como supervisor de producción. El estudio se realizó finalmente con 29 supervisores.

ID	Bajas 2021	Bajas 2022	Total Bajas	E1	E2	E3	E4
super 01	0	3	3	5	7	0	0
super 02	1	36	37	4	5	3	0
super 03	0	3	3	6	6	1	0
super 04	3	98	101	7	5	0	0
super 05	30	70	100	6	5	1	0
super 06	1	24	25	7	4	1	0
super 07	0	18	18	6	4	2	0
super 08	0	13	13	6	5	1	0
super 10	50	44	94	4	8	0	0
super 11	78	107	185	6	5	1	0
super 12	69	105	174	2	5	4	1
super 13	28	44	72	4	7	1	0
super 14	3	12	15	5	5	2	0
super 15	2	13	15	7	4	1	0
super 16	0	36	36	4	8	0	0
super 17	0	3	3	6	3	3	0
super 18	10	4	14	4	4	4	0
super 19	59	37	96	2	5	5	0
super 20	1	1	2	2	7	2	1
super 21	35	35	70	4	3	5	0
super 22	14	51	65	4	8	0	0
super 23	88	68	156	3	8	1	0
super 24	0	34	34	4	2	4	2
super 25	3	43	46	4	4	3	1
super 26	0	16	16	5	6	1	0
super 27	2	1	3	7	5	0	0
super 28	14	34	48	2	7	3	0
super 29	8	6	14	4	5	3	0
super 30	49	40	89	6	6	0	0

Figura 11. Resumen de Bajas y Perfiles. Planta AAA.

En esta tabla se muestra que el estilo de liderazgo predominante entre los supervisores es el Estilo 2 y el Perfil de estilo es el E2-E1.

El comportamiento del líder con Estilo 2 es el de Persuadir, a seguidores con poca capacidad para la tarea, pero con alta motivación. Deberá dispensar altos niveles de dirección y de alto apoyo. En el continuum de madurez de los seguidores, estos se encuentran con una baja preparación para el puesto, debido a pobres competencias profesionales, conocimientos y habilidades.

Preparación psicológica: motivación o disposición favorable para efectuar la tarea.

Hersey y Blanchard obtienen así un continuo de la preparación (madurez) del seguidor. El líder situará a

cada seguidor en dicho continuo. Esto condicionará el tipo de liderazgo a poner en práctica.

La identificación del grado de preparación ha de realizarse teniendo en cuenta dos componentes: la preparación para la tarea y la motivación para llevarla a término.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En las figuras 12, 13 y 14 se muestran los resultados del análisis de correlación desarrollado. Previa a esta prueba, se realizó la correspondiente a la de normalidad de los datos, encontrándose que todas las variables no son normales, por lo que se optó por un análisis no paramétrico; se aplicó la prueba de correlación de Spearman.

Spearman Rho: Bajas 2021, E1, E2, E3, E4, EFECT					
	Bajas 2021	E1	E2	E3	E4
E1	-0.367 0.050				
E2	0.202 0.293	-0.336 0.075			
E3	0.099 0.609	-0.499 0.006	-0.597 0.001		
E4	-0.059 0.764	-0.412 0.027	-0.213 0.268	0.397 0.033	
EFECT	0.133 0.490	-0.643 0.000	0.400 0.031	0.274 0.150	0.285 0.135

Cell Contents: Spearman rho
P-Value

Figura 12. Análisis de Correlación Bajas 2021. Planta AAA.

Spearman Rho: Bajas 2022, E1, E2, E3, E4, EFECT					
	Bajas 2022	E1	E2	E3	E4
E1	-0.194 0.314				
E2	0.194 0.313	-0.336 0.075			
E3	-0.107 0.580	-0.499 0.006	-0.597 0.001		
E4	0.057 0.770	-0.412 0.027	-0.213 0.268	0.397 0.033	
EFECT	0.059 0.647	-0.643 0.000	0.400 0.031	0.274 0.150	0.285 0.135

Cell Contents: Spearman rho
P-Value

Figura 13. Análisis de Correlación Bajas 2022. Planta AAA.



E1	0.162 0.401	-0.386 0.072			
E2	-0.014 0.544	-0.499 0.006	-0.597 0.001		
E3	-0.002 0.992	-0.412 0.027	-0.213 0.268	0.397 0.033	
EFECT	0.053 0.784	-0.643 0.000	0.400 0.031	0.274 0.150	0.285 0.135

Cell Contents: Spearman rho
P-Value

Figura 14. Análisis de Correlación Bajas Totales. Planta AAA.

Es extensa la literatura sobre el liderazgo, basta hacer una breve exploración para encontrar una gran cantidad de esta, desde libros [13], [14], [15] hasta artículos de alguna investigación aplicada, sin embargo, son muy pocos los casos donde se contrasta este concepto con alguna variable medible, cuantificable y menos común todavía, encontrar datos duros que evidencien alguna relación entre estos conceptos y estas variables. En esta investigación se presentan datos objetivos y medibles, lo que confirma la teoría. El liderazgo está muy teorizado y poco comprobado con datos.

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren una correlación significativa entre la efectividad del liderazgo y los estilos de este. En el comparativo de las bajas para el 2021, 2022 y los totales, la correlación es congruente en este aspecto entre estas dos variables: El estilo E1 presenta una correlación significativa negativa, mientras que el estilo E2 presenta una correlación significativa positiva. Utilizar el estilo E1 lleva a una baja o negativa efectividad; Utilizar el estilo E2 lleva a una efectividad alta o positiva.

El interés de esta investigación gira al derredor de la asociación entre la efectividad del liderazgo del supervisor y las bajas del personal, los datos sugieren que esta asociación se refleja, en realidad, en el estilo utilizado por el supervisor.

Debe tenerse en cuenta que el factor humano es sumamente complejo. Se recomienda la inclusión de otras variables y análisis, que permitan caracterizar más profundamente estos fenómenos, como la evaluación de la satisfacción laboral, por ejemplo.

BIBLIOGRAFÍA

[1] House, Robert J., Ram N. Aditya. The Social Scientific Study of Leadership: Quo Vadis? First Published June 1, 1997 Research Article.

[2] <https://blog.hubspot.es/sales/indice-rotacion-personal> (fecha de Consulta 1 de marzo de 2022). <https://www.piensaintegra.com.mx/post/%C3%ADndice-de-rotacion-de-personal-que-es-y-como-se-calcula> [fecha de Consulta 1 de marzo de 2022].

[3] Kenneth H. Blanchard, Drea Zigarmi, Robert B. Nelson. Situational Leadership® After 25 Years: A Retrospective. First Published November 1, 1993 Research Article. [fecha de Consulta 2 de marzo de 2022] <https://doi.org/10.1177/107179199300100104>

[4] Santa-Bárbara, Emilio Sánchez, & Rodríguez Fernández, Andrés (2010). 40 años de la teoría del liderazgo situacional: una revisión. Revista Latinoamericana de Psicología, 42(1),25-39. [fecha de Consulta 10 de marzo de 2022]. ISSN: 0120-0534. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80515880033>

[5] Aldape, Alfonso A. Tesis Doctoral. Biblioteca del Instituto Tecnológico de Cd. Juárez

[6] McGregor Douglas. El Lado Humano De Las Empresas. Editorial: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE MEXICO. 2006. Madrid.

[7] Blake R. y Jane Mouton. MINDTOOLS. Bajado marzo 10 2022 [fecha de Consulta 10 de marzo de 2022]. https://www.mindtools.com/pages/article/newLDR_74.htm

[8] Dimensión Empresarial.com. Sistemas de Administración Likert. [fecha de Consulta 10 de marzo de 2022] <http://dimensionempresarial.com/sistemas-de-administracion-likert/>

[9] Fielder Fred E. (2017). <https://asana.com/es/resources/fiedlers-contingency-theory>. (Consulta 26 mayo 2022).

[10] Fernández, M. Cristina, Quintero, Nelson Liderazgo transformacional y transaccional en emprendedores venezolanos. Revista Venezolana de Gerencia [en línea]. 2017, 22(77), 56-74[fecha de Consulta 10 de marzo de 2022]. ISSN: 1315-9984. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=290514570055>

[11] Hollander, R. 1978 Mencionado por Omar Gutiérrez Valdebenito La nueva tendencia en liderazgo: del iderazgo transaccional al transformacional. <https://xdoc.mx/preview/1-la-nueva-tendencia-en-liderazgo-60a33e2194a3e>

[12] W J REDDIN. Mencionado por Hersey y Blanchard en el libro Management of Organizational Behavior 1967. Mc Graw-Hill

[13] Yukl, Gary (2008). Liderazgo en las organizaciones. España: Pearson Educación. Pp. 331-348, 352-354.

[14] Alves, J. (2000). LIDERAZGO Y CLIMA ORGANIZACIONAL. Revista de Psicología del Deporte 2000. Vol. 9, núm. 1-2, pp. 123-133. ISSN: 1132-239x

[15] Anderson, Stephen. (2010). Liderazgo Directivo: Claves para una Mejor Escuela. Psicoperspectivas, 9(2), 34-52. <https://dx.doi.org/10.5027/psicoperspectivas-Vol9-Issue2-fulltext-127>.

ROL DE CONTRIBUCIÓN	DEFINICIÓN (SOLO PONER NOMBRE DEL AUTOR)
Conceptualización	José Soledad Retana (Principal) Francisco Zorrilla Briones (Igual) Alfonso Aldape Alamillo (Apoya)
Curación de datos	José Soledad Retana (Principal) Manuel Alonso Rodríguez Morachis (Apoya)
Metodología	José Soledad Retana (Principal) Francisco Zorrilla Briones (Igual)
Administración del proyecto	Alfonso Aldape Alamillo (Principal)
Recursos	José Soledad Retana (Principal)
Software	José Soledad Retana (Principal) Francisco Zorrilla Briones (Apoya)
Supervisión	Alfonso Aldape Alamillo (Principal)
Validación	Francisco Zorrilla Briones (Principal) José Soledad Retana (Apoya)
Visualización	José Soledad Retana (Principal)
Redacción	José Soledad Retana (Principal) Francisco Zorrilla Briones (Apoya)
Redacción	José Soledad Retana (Principal) Francisco Zorrilla Briones (Igual) Alfonso Aldape Alamillo (Apoya) Manuel Alonso Rodríguez Morachis (Apoya) Luz Elena Terrazas Mata (Apoya)

MANEJO MANUAL DE CARGAS Y DOLOR LUMBAR EN TRABAJADORES EN LATINOAMERICA

Miriam Guerrero Calleros¹, Rosa María Reyes Martínez², Jorge de la Riva Rodríguez³,
Velia Herminia Castillo Pérez⁴, Ana Isela García Acosta⁵

¹Estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Departamento División de Estudios de Posgrado e Investigación. Dirección Av. Tecnológico 1340, Fuentes del Valle, 32500 Cd Juárez, Chih. C.P 32500. miriamcalleros@hotmail.com,

²Doctora en Ciencias de la Salud en el trabajo. Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Departamento División de Estudios de Posgrado e Investigación. Dirección Av. Tecnológico 1340, Fuentes del Valle, 32500 Cd Juárez, Chih. C.P 32500. rosyreyes2001@yahoo.com

³Doctor en Ciencias en ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Departamento División de Estudios de Posgrado e Investigación. Dirección Av. Tecnológico 1340, Fuentes del Valle, 32500 Cd Juárez, Chih. C.P 32500. jriva@itcj.edu.mx

⁴Doctora en Ciencias de la Administración. Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Departamento División de Estudios de Posgrado e Investigación. Dirección Av. Tecnológico 1340, Fuentes del Valle, 32500 Cd Juárez, Chih. C.P 32500. velia.castillo@gmail.com

⁵Doctora en Ciencias en Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Departamento División de Estudios de Posgrado e Investigación. Dirección Av. Tecnológico 1340, Fuentes del Valle, 32500 Cd Juárez, Chih. C.P 32500. agarcia@itcj.edu.mx ,

Resumen -- En Latinoamérica, el ausentismo laboral, debido al dolor lumbar, se ha convertido en un problema de salud pública, es asociado mayormente en las personas del sexo masculino de entre 30 a 45 años, causado por el manejo de cargas de gran peso, ocasionado, el sobre esfuerzo, posturas inadecuadas, forzadas o cambio de posición, generando incapacidad laboral, afectado así económicamente a las empresas como a los trabajadores.

Actualmente existen empresas que requieren tareas con una frecuencia alta de levantamiento y transporte manual de cargas, por consiguiente, requieren llevar a cabo un esfuerzo físico humano, este tipo de actividades generan accidentes de trabajo y enfermedades, las cuales dejan como resultado lesiones de salud lumbar con las que los trabajadores sufrirán al igual que la empresa.

Con la realización de esta revisión bibliográfica se encontraron 20 artículos sobre lumbalgia, se analizaron nueve, de los cuales se descartaron cuatro, no se encontraban en Latinoamérica, seleccionándose Cinco artículos, lográndose analizar y comparar la información que aportan los diferentes estudios y métodos de análisis de manejo de cargas, explicando que el dolor lumbar es un tipo de lesión que está asociado al manejo de cargas y las actividades repetitivas.

Palabras Claves -- Manejo manual de carga, Dolor lumbar, Latinoamérica, Ergonomía, Industrial.

Abstract --In Latin America, absenteeism due to low back pain has become a public health problem, it is associated mainly with males between 30 and 45 years old, caused by handling heavy loads, caused by overexertion, inadequate

postures, forced or change of position, generating incapacity for work, thus economically affecting companies and workers.

Currently there are companies that require tasks with a high frequency for the lifting and manual transport of loads, therefore, they require carrying out a human physical effort, this type of activities is awarded work accidents and diseases, which result in injuries lumbar health with which workers will suffer as well as the company.

With the realization of this bibliographic review, 20 articles on low back pain were found, nine were analyzed, of which four were discarded, they were not in Latin America, selecting five articles, being able to analyze and compare the information provided by the different studies and methods of analysis. load handling, explaining that low back pain is a type of injury that is associated with load handling and repetitive activities.

Keywords -- Manual load handling, Low back pain, Latin America, Ergonomics, Industrial.

INTRODUCCION

En la actualidad, las empresas están creando nuevas formas para mejorar las condiciones laborales del personal operativo que labora en las diferentes áreas, sin embargo, cuando se trata de actualizar las operaciones, es necesario que se realicen periódicamente estudios sobre riesgos laborales, teniendo como meta el prevenir lesiones tanto físicas como psicológicas, a corto, mediano y largo plazo [1].

La Organización Internacional de Trabajo, la Organización Mundial de la Salud y la Organización Iberoamericana de Seguridad Social, señalan que en América Latina, el impacto económico por siniestralidad y enfermedad laboral corresponde al 10% del PIB de la región, 3.5 más veces que en Europa y Estados Unidos, es un costo elevado en estas economías en desarrollo, esto a su vez pueda conllevar a que se creen de nuevas políticas que puedan soportar los impactos económicos generados en la actualidad para la falta de estrategias enfocadas a la prevención de enfermedades laborales [2].

Las posiciones que son mantenidas durante largos periodos de tiempo en el horario laboral, podrían ser consideradas un riesgo, ya que esto puede provocar y/o estallar trastornos osteomusculares, así mismo la ausencia de entrenamientos o cursos hacia los trabajadores de cómo se deben efectuar posiciones adecuadas y una omisión en auditorías por parte del empleador sobre los controles adecuados para que se cumpla con el objetivo de proteger la integridad del trabajador, pueden surgir lesiones, como se muestran en la Fig. 1. [3].



Figura 1. Postura forzada al levantar una carga de 10 kg. [4].

Al realizarse un estudio más detallado por el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH), arrojó un diagnóstico donde el dolor lumbar se ubica dentro del grupo de “desordenes musculoesqueléticos está vinculado con el trabajo”, las cuales surgen por las diferentes condiciones laborales y de medio ambiente en donde se desarrolla el empleado implicando un determinado nivel de riesgo laboral, evidenciado que son: trabajo físico pesado, levantamiento de peso muerto, posturas forzadas de la columna, movimientos de arqueamiento y movimientos oscilatorios de tronco, [2], como se muestra en la Fig. 2.



Figura 2. Inclinación axial y rotación de tronco [5].

En América Latina, el dolor lumbar (vértebra), está relacionado con el trabajo físico, tiene una manifestación en un tercio de la población trabajadora, especialmente en aquellos con enfermedades asociadas, antecedentes significativos y alto riesgo debido a malas posturas al realizar sus actividades. En México se descubrió que una mayor predominio del dolor lumbar es entre los hombres que se encuentran en una edad media 45 años en promedio y que tiene una mayor relación con el trabajo diario, como se muestra en la Fig. 3 [6].



Figura 3. Representación del dolor lumbar [7].

El instituto mexicano del seguro social en el 2017 detectó y registró más de 300 mil consultas asociadas a dolencia del lumbago (dolor en la región baja de la espalda) como una afección que padece con más frecuencia la población trabajadora y segunda causa de revisiones en hospitales especialmente en el área de traumatología y ortopedia, generando ausencia e incapacidad laboral hasta por 10 días, llevando a esto una bajo índice laboral, así como una mala calidad de vida [8].

En México, la legislación pertinente se encuentra contenida en el Reglamento Federal sobre Seguridad y Salud en el Trabajo (Instituto Nacional de Desarrollo Social, 2016), promulgado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de noviembre de 2014. Esta Norma señala, en el artículo 3, fracción XVI, a las causas de riesgo ergonómico como “aquellos que puedan dar lugar a una actividad física excesiva, movimientos repetitivos o posturas forzadas en el trabajo realizado, que provoquen fatiga, den lugar a errores de trabajo, accidentes y

enfermedades, resultantes del diseño de instalaciones, máquinas, dispositivos, herramientas o puestos de trabajo". De igual forma, el artículo 42 de este reglamento hace hincapié a un conjunto de reglamentos que los empleadores deberán aplicar con carácter obligatorio deben adoptar de forma obligatoria para prevenir o mitigar las consecuencias que pueden generar esos factores de riesgo ergonómico, como se muestra en la Fig. 4 [9].



Figura 4. Guía de posturas indicando con diferentes colores cual es la postura correcta para realizar el trabajo asignado con el peso adecuado [9].

Debido a las estadísticas encontradas en diferentes niveles se pretende difundir la información siendo un problema de salud pública.

Objetivo

Por lo tanto, el propósito de esta revisión Bibliográfica es analizar y comparar la información que aportan cada estudio de los diferentes métodos de cálculo sobre manejo de cargas, así como de los diversos estudios del trastorno de lumbago, siendo estos asociados al manejo de cargas, generando dolor lumbar, encontrado en trabajadores de la industria a nivel Latinoamérica.

DESARROLLO

Materiales y métodos

Se realizó una exhaustiva búsqueda bibliográfica en diferentes fuentes digitales (Google, Scielo, Acta Universitaria, Universidad Internacional SEK) utilizando las palabras claves, dolor lumbar, manejo de cargas, América latina, industrial, lumbago, ergonomía, realizándose esta investigación desde los años 2015 al 2021, llevándose a cabo un análisis para entender si el trastorno de lumbago es causado por el manejo de cargas, posturas inadecuadas forzadas o cambio de posición, y que método fue utilizado para evaluar este tipo de trastorno musculo esquelético y arrojando así la consecuencia de dicha acción

realizada, en idioma español, encontrando 20 artículos científicos de los cuales se seleccionaron 9 artículos y dos referencias nacionales que son INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL Y SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVENCIÓN SOCIAL (MEXICO), siendo estos la fuente principal que arroja los datos más actualizados sobre esta investigación.

En seguida se explicará que las definiciones de lumbalgia y manejo de cargas.

Definición de lumbalgia o lumbago.

El lumbago o lumbalgia es definido como el dolor en la región lumbar y/o sacra [10], abarcando desde el borde inferior de la última costilla hasta la región del glúteo inferior arriba de las líneas glúteas inferiores con o sin dolor en la parte inferior de las extremidades. Siendo esta una de las principales causas de incapacidad y la quinta causas de atención médica [11].

Definición de Manejo manual de carga.

Cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores (peso excedente a 3 kg), entendiéndose por operación el conjunto de acciones de levantamiento, colocación, empuje, tracción, transporte o desplazamiento, pudiendo considerar el almacenamiento como fin de este proceso [12].

DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS

Se realizó la investigación en un total de 9 artículos y dos referencias nacionales que son INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL Y SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVENCIÓN SOCIAL (MEXICO), siendo estos los que arrojaron los datos más actualizados sobre esta investigación. De la información analizada, se seleccionaron 5 artículos que cumplen los requerimientos necesarios de la investigación los cuales se ubican en Latinoamérica, explicando el método utilizado para la evaluación de la actividad, el peso de la carga a manejar y la consecuencia que esta genera, rechazándose 4 artículos, Grafica 1, los cuales no cumplen con especificaciones de la investigación, dos de ellos localizándose en el extranjero y dos de ellos siendo especialidades médicas los cuales no especifican las causas del dolor, siendo seleccionados los descritos en la tabla 1.



Grafica 1. Artículos revisados.

Tabla 1. Síntesis de los Resultados.

Autor - Año	Método de evaluación	Manejo de Carga / Postura Inadecuada	Consecuencia
Caicedo G. Angélica M., Manzano G. Jorge A., Gomez-Velez Diego F., Gómez Lessby (2019). (13)	Método NIOSH	Más de 25 kg, en diferentes posiciones	Lumbalgia inespecífica
Merino Salazar Pamela, Rivas Quevedo A. Héctor (2019). (1)	REBA	Más de 35 Kg, posturas forzadas y repetitivas	Lumbar/Dorsal
Delgado Conforme Alberto Wladimir, Abarca López Jonathan Javier, Boada Rodríguez Luis Enrique, Salazar Trujillo Sofía Elizabeth (2019). (14)	Investigación Documental	Más de 10 Kg, postura forzada y repetitiva	Lumbalgia inespecífica.

Baldras López Maribel, Zamora Macorra Mireya, Martínez Alcántara Susana (2019). (15)	Encuesta, método NIOSH y guía técnica INSHT	Más de 25 kg, postura forzada	Lumbalgia
Inga Sharon, Rubina Karen, Mejial R. Christian. (2021). (11)	Investigación Estadística	Más de 10 kg, postura forzada y repetitiva	Lumbalgia Aguda y crónica

En el análisis de estos 5 artículos los cuales fueron realizados en Latinoamérica y en la industria manufacturera, describen la Lumbalgia o Dolor lumbar como un riesgo laboral, así como un problema de salud pública, que genera pérdidas, siendo estas el levantamiento de carga de más de 10 kg, las posturas forzadas y repetitivas, repartidas en diferentes actividades e intensidades, con riesgo ergonómico. [14], donde se explica que, respecto a las causas de la lumbalgia, se estima que el manejo de cargas es la responsable del 34%, presentando mayores incidencias las actividades desempeñadas por peones de minería, construcción, industria manufacturera y transporte [15].

Los resultados investigaciones arrojan que existe una relación directa entre el manejo manual de cargas y las posturas forzadas, utilizándose el método R.E.B.A. (1)), el método NIOSH (13), y las investigaciones[14] todas ella se identifican dentro de los riesgos ergonómicos, las posturas Forzadas, movimientos repetitivos y manejo de carga, mostrando que cuando se realiza las actividades de forma repetitiva durante largas horas de trabajo, la presencia de este tipo de patología sea muy frecuente y de alta prevalencia en la escala de dolor, llevando a una incapacidad y conforme pase el tiempo a una incapacidad total.

Un dato que desatoco en la comparación de estos 5 artículos fue, que a mayor edad las personas desarrollaban dolor lumbar, así como a mayor horas laboradas y actividades repetitivas se presenta dolor lumbar, concordando con estudios anteriores donde

mencionan que a mayor edad existe una mayor frecuencia de presentación de lumbalgia [11], concordado con artículos de años posteriores que a mayor edad existe una probabilidad más alta de padecer lumbago.

Ninguno de estos 5 artículos hace mención, que este tipo de padecimiento lleve directamente a la muerte, mostrando únicamente, que se trata de un padecimiento crónico y tratable siguiendo las indicaciones médicas.

CONCLUSION

En la actualidad, el lumbago se considera como la segunda visita más frecuente al médico, relacionándose al ambiente ocupacional y ergonómico, generando un gran impacto en los trabajadores, lo cual los lleva a un ausentismo laboral, requiriendo incapacidades de parciales a totales, alterando su vida cotidiana, sufriendo afectaciones en lo familiar y social. Como se resaltó anteriormente, la importancia de prevenir este tipo de lesiones recae en los efectos que tiene sobre los trabajadores y la organización, los cuales impactan de forma negativa, generando costos por bajo desempeño, disminución en la productividad, afectando así la calidad de los productos elaborados. Los hallazgos encontrados en estas lecturas dieron cuenta, que la mayoría de los trabajadores en la industria han padecido alguna vez en su vida un tipo de lumbalgia, a causa de las diferentes actividades que realizan día con día. Es importante que se identifiquen los riesgos ergonómicos en las áreas de trabajo.

Con esta investigación se trata de abordar la necesidad de llevar a cabo evaluaciones ergonómicas constantes, para ayudar a sí a detectar problemas ergonómicos en las diferentes áreas de trabajo, así de esta forma poder rediseñar las áreas de trabajo para ayudar a la prevención de aparición de trastornos de lumbalgia, al realizar alguna actividad laboral, y disminuir la exposición que los trabajadores se encuentran diariamente a sufrir una lesión, siendo los causantes las largas jornadas de trabajo o repetitividad, posturas inadecuadas, descansos insuficientes, entre otros.

Uno de los principales cuidados que deben de tener las empresas es en la manipulación de cargas y la instrucción a los colaboradores sobre los métodos más seguros en manipular y transportar cargas, utilizando el principio básico de la Ergonomía que es

el equilibrio y la actividad que va a realizar el trabajador, así mismo, al implementar estudios ergonómicos (aplicación de los diferentes estudios para el cálculo de manejo de cargas NIOSH, R.E.B.A, Encuestas e Investigaciones), se contribuye a que el trabajador se desempeñe de manera óptima y pueda cumplir con los requerimientos que demanda la tarea, sirviendo esto como trampolín para el diseño de mejores herramientas de trabajo para que se pueda cumplir con el objetivo disminuyendo cargas físicas, mentales y psicológicas, las cuales pueden influir en la integridad del trabajador, tomando como base la capacidad de cada persona dependiendo de diferentes factores incluyendo edad y género, además se deben de tomar en cuenta las condiciones físicas como lo son: Volumen, Peso y Trayectos.

Futuras líneas de investigación

Es necesario realizar estudios de manejo de cargas más afondo dentro de la Industria Manufacturera en Latinoamérica, esto nos daría un mejor entendimiento de cómo se comportan en esta área.

También es necesario explorar nuevos modelos de cálculo sobre manejo de cargas, esto nos ayudara a comprender mejores herramientas de estudio sobre análisis de áreas de trabajo.

Con el desarrollo de mejores estudios Ergonómicos en la Industrial Latinoamérica, ayudara con el análisis sobre los posibles riesgos existen en las áreas de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Merino Salazar PARQAH. Presencia de sintomatología musculoesquelética por posturas forzadas en los trabajadores de una planta de reproceso de plástico. Repositorio Digital, Universidad Internacional SEK, Ecuador. 2019.
2. Escudero-Sabogal. Los riesgos ergonómicos de carga física y lumbalgia ocupacional. Revista Libre Empresa. 2016;: p. 125-129.
3. Pereira Gomes LGDdSGDDFD. Impacto del lumbago en la calidad de vida de los trabajadores: una búsqueda sistemática. Salud de los Trabajadores. 2016;: p. 59-62.
4. Mutua Universal. www.mutuauniversal.net. [Online].; 2017. Available from: www.mutuauniversal.net.
5. Leal HP. <http://www.enfoqueocupacional.com/>. [Online].;

2011. Available from: <http://www.enfoqueocupacional.com/2011/09/factor-es-de-riesgo-de-las-posturas.html>.

6. Gonzalez Narváez JL. Posturas de trabajo y síntomas músculo-esqueléticos en trabajadores soldadores de una empresa petrolera. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*. 2018;; p. 9.

7. El Orbe. www.elorbe.com. [Online].; 2020. Available from: <https://elorbe.com/seccion-politica/local/2020/03/02/imss-atiente-lumbalgias-principal-cause-de-invalidez-en-adultos-jovenes.html>.

8. IMSS_COMUNICADO_246. INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL. [Online].; 2018. Available from: <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201810/246>.

9. Factores de Riesgo Ergonómico en el trabajo- identificación, análisis, prevención y control, Parte 1: Manejo Manual de Cargas. [Online].; 2018. Available from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5544579&fecha=23/11/2018.

10. Jeong M GLSM. Lumbalgia ocupacional en médicos residentes del Hospital Ángeles Mocel. *Acta Med*. 2021;; p. 186-189.

11. Inga Sharon RKMCR. Factores asociados al desarrollo de dolor lumbar en nueve ocupaciones de riesgo en la serranía peruana. *Rev. Asoc Esp Espec Med Trab [Internet]*. 2021;; p. 48-56.

12. riesgoslaborales.saludlaboral.org. [Online].; 2015. Available from: <https://riesgoslaborales.saludlaboral.org/portal-preventivo/riesgos-laborales/riesgos-relacionados-con-la-seguridad-en-el-trabajo/manipulacion-manual-de-cargas/>.

13. Caicedo Angélica MJGVDFGL. Factores de riesgo, evaluación, control y prevención en el levantamiento de cargas. *Revista Colombiana de Salud Pública*. 2015;; p. 5-9.

14. Delgado Conforme WA,ALJJ,BRLE,&STSE. Lumbalgia inespecífica. Dolencia más común de lo que se cree. *RECIMUNDO*. 2019;; p. 3-25.

15. Balderas López MZMM&MAS. Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la

manufactura de neumáticos, análisis del proceso de trabajo y riesgo de la actividad. *Acta universitaria*. 2019;; p. 29, 1913.

16. Instituto Nacional de Desarrollo Social. www.gob.mx. [Online].; 2016. Available from: <https://www.gob.mx/indesol/documentos/reglamento-federal-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo>.

Rol de Contribución	Autor
Conceptualización, creación de datos y redacción	Miriam Guerrero Calleros
Metodología Administración del proyecto Supervisión	Rosa Maria Reyes Martinez
Supervisión	Velia Herminia Castillo Perez
Supervisión	Ana Isela Garcia Acosta
Supervisión	Jorge de la Riva Rodriguez

BRUSCO DESPERTAR PARA LA EDUCACIÓN EN LÍNEA. ESTUDIO SOBRE DISPONIBILIDAD DE HABILIDADES Y HERRAMIENTAS PARA ENFRENTARLO

María del Pilar García Herrera¹, Velia Herminia Castillo Pérez²

¹Licenciatura en Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Cosamaloapan, Academia de Ingeniería Industrial. maria.gh@cosamaloapan.tecnm.mx, 28 81 28 11 42, Av. Tecnológico s/n Col Los Ángeles, Cosamaloapan, C.P. 95400 Veracruz México.

²Doctora en Ciencias de la Administración. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Departamento de Estudios de Posgrados e Investigación. v.castillo@itcj.edu.mx. 656 350 5200, Calle parque Olimpo número 774 Los Parques, Ciudad Juárez Chihuahua, C.P. 32440. Autor corresponsal.

Resumen -- De pronto, en Marzo del año 2020 estudiantes y docentes del Instituto Tecnológico Superior de Cosamaloapan (ITSCo) siguiendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, se vieron en la necesidad de ausentarse físicamente de aulas y continuar el desarrollo del proceso de “enseñanza-aprendizaje” a través de un entorno digital; el presente estudio surge como inquietud para conocer si los alumnos de dicha institución tienen las habilidades y las herramientas necesarias, para dar continuidad al proceso de enseñanza aprendizaje, en un ambiente fuera de las aulas.

El objetivo de este estudio fue conocer las herramientas tecnológicas con que disponen los alumnos del ITSCo y las habilidades digitales que tienen en el manejo de dichas herramientas, según su propia percepción.

Los encuestados fueron 213 alumnos, de manera aleatoria, pertenecientes a diferentes programas de estudio, no pertenecen a una edad ni género específico; del total de encuestados, 56.3% fueron mujeres y 43.7 % hombres.

A más de un año de ausencia en aulas, mediante este estudio, se encontró que 99.6% de alumnos encuestados manifestaron disponer de algún tipo de equipo tecnológico, 48.8% manifestó contar con material suficiente, y 54.9% manifestaron contar con condiciones mínimas adecuadas para desarrollar sus actividades de aprendizaje a distancia, y 51.2% manifestó, según su propia apreciación, contar con habilidades suficientes para desarrollar actividades académicas encomendadas a distancia.

No se manifiestan datos que indiquen abandono de ciclo escolar por falta de herramientas tecnológicas o de habilidades en el uso de ellas.

Se recomienda hacer una evaluación diagnóstica en cada período escolar a los alumnos para conocer el nivel de habilidades en uso de herramientas tecnológicas básicas y los equipos tecnológicos con que cuentan los alumnos; así como el involucramiento de docentes en el aprendizaje de usos de nuevas tecnologías y herramientas de apoyo a la educación.

Palabras Clave -- Educación en línea, Habilidades digitales, Herramientas tecnológicas

Abstract -- Suddenly in March 2020, students, and teachers of Instituto Tecnológico Superior de Cosamaloapan (ITSCo), by World Health Organization recommendation, face the need to be physically absent from classroom and keep on going the “teaching-learning” process thru digital environment. Present study arises as concern to know if students, of this institution, have the necessary skills and tools to give continuity to the teaching/learning process into an outside classroom environment.

This study objective was to know the technological tools available for each ITSCo student and the digital skills they have in the usage of these tools according to their own perception.

The respondents were 213 students randomly selected, belonging to different study programs, not belonging to a specific age or gender; of the total respondents, 56.3 were female and 43.7% were male.

After more than a year of absence from the classroom, this study found that 99.6% of the students surveyed stated that they had some type of technological equipment, 48.8% stated that they had sufficient material, and 54.9% stated that they had the minimum adequate conditions to develop their distance learning activities, and 51.2% stated, according to their own assessment, that they had sufficient skills to develop the academic activities assigned to them at distance.

There are no data indicating school dropout due to lack of technological tools or skills in the use of these tools.

It is recommended that a diagnostic evaluation of students be carried out each school period to determine the level of skills in the use of basic technological tools and the technological equipment available to students, as well as the involvement of teachers in learning how to use new technologies and tools to support education.

Key words – Key words: Online education, Digital skills, Technology tools.

INTRODUCCIÓN

El estudio se realizó en el ITSCo, éste se encuentra ubicado en el municipio de Cosamaloapan, el cual se encuentra en la zona centro- sur del Estado de Veracruz.

El estudio se realizó mediante un muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple, de manera que los alumnos que respondieron las preguntas no pertenecen a un programa de estudio determinado ni a un semestre específico, se aplicaron 2 formularios a una muestra de 213 alumnos. En total el 56.3% de los encuestados fueron mujeres y el 43.7 % fueron hombres. El estudio se enfocó en conocer las variables siguientes: ¿Cuáles son las herramientas tecnológicas de los alumnos?, y ¿cuál es la habilidad de los alumnos en el uso de las herramientas tecnológicas? Dentro de los formularios las preguntas estuvieron enfocadas a conocer información acerca de los equipos y material de trabajo, del acceso al servicio de internet, de las características del lugar y del espacio físico, así como aspectos relacionados con las habilidades de los alumnos.

En el ITSCo no se trabajaba anteriormente la impartición de clases a distancia por ningún medio; aunque se hace uso de la plataforma institucional Moodle como apoyo a clases presenciales y sólo se brinda el apoyo en línea a aquellos estudiantes que así lo solicitan por razones diversas, no existe como tal una modalidad “A distancia”. En el mes de marzo del año 2020 fueron suspendidas las clases en el Estado de Veracruz en todos los niveles educativos como medida preventiva ante la pandemia de Coronavirus COVID 19, de manera inmediata y consecuente alumnos, docentes, directivos y demás, abandonaron las aulas para iniciar una etapa nueva y desconocida hasta ese momento para muchos: “La enseñanza o educación a distancia”.

En los hogares se improvisaron espacios para fungir como aulas; alumnos y docentes se adentraron de manera obligatoria al ámbito de la tecnología, ya que las circunstancias así lo demandaron [1]. Derivado del desconocimiento y falta de prácticas en esta modalidad de educación, el presente trabajo se realizó con el objetivo de analizar las circunstancias o condiciones tecnológicas que rodean a los alumnos para enfrentarse a esta nueva modalidad de “Clases en línea”. Se busca dar respuesta a la pregunta: ¿Están técnicamente preparados los alumnos para

afrontar la modalidad de clases en línea?, es decir tienen los alumnos equipos propios para acceder a clases virtuales y hacer seguimiento y entrega a tareas encomendadas, o hacen uso de algún servicio de renta externo; y ¿Tienen los alumnos las habilidades mínimas necesarias para desarrollar las actividades encomendadas en esta nueva modalidad?, es decir, tienen conocimientos para manipular equipos de cómputo, plataformas virtuales, aplicaciones para video llamadas, o mensajerías electrónicas, entre otros.

El objetivo de este estudio se centra en determinar cuán preparados están los alumnos hablando de herramientas digitales y en qué porcentaje son capaces de hacer uso de ellas.

Este tipo de estudio puede servir a la Institución educativa como guía para la asignación de nuevos o mejores recursos, medios o formas de enseñanza que promuevan el desarrollo de habilidades tecnológicas.

Educación a distancia

Una de las definiciones de la Educación a distancia menciona que es una “estrategia educativa que permite que los factores de espacio y tiempo, ocupación o nivel de los participantes no condicionen el proceso Enseñanza-Aprendizaje [2]. Educación a distancia se considera una estrategia de educación, cuyo valor académico es igual al de la educación presencial, pero que permite al alumno adaptarse a su ritmo, tiempo y espacio debido a las características que presenta [3].

La modalidad de educación a distancia tiene como antecedente el deseo del Estado por establecer escuelas después del movimiento de Independencia, con la creación de la Dirección General de Instrucción Pública para el Distrito y Territorios Federales y la designación de la Compañía Lancasteriana al frente de dicha dirección. Durante el periodo que va de 1842 a 1845, se adoptó el método pedagógico de dicha compañía en todas las escuelas públicas de educación básica a lo largo del Territorio nacional; este periodo se puede contar como la primera vez que fue implementado un sistema de educación a distancia en un nivel educativo en el país [4].

El propósito del Estado era alfabetizar a los niños y adultos, creándose programas para diversificar la educación, así, para el año 1875 se habían creado

8,103 escuelas primarias, con una población escolar de 34,900 alumnos; sin embargo, las grandes ciudades contaban con escuelas, pero en zonas rurales alejadas prácticamente la educación era nula. En los años 30 del siglo XX mediante la revista, El maestro rural, se ejercían cursos de educación a distancia, por correspondencia, dirigida a grupos específicos, principalmente maestros rurales, pretendiendo dotar al maestro de herramientas conceptuales para interpretar sus labores cotidianas [4]. Posteriormente, en el año 1944, se formó el Instituto Federal de Capacitación del Magisterio, con la finalidad de apoyar a aquellos maestros que ejercían sin tener un título profesional; esta capacitación se realizaba mediante correspondencia. En 1968, la Telesecundaria se aprobó como sistema educativo Nacional, después de 2 años de estar en etapa de prueba [5].

La educación a distancia en México, normalmente se relaciona con la educación para adultos, aunque en realidad ha estado enfocada a ciertos grupos o sectores, entre los que destacan: niños o adolescentes que fueron rezagados en sus estudios, mayores de 18 años, adultos, trabajadores, amas de casa. Además, de que estas modalidades a distancia incluyen no solamente educación básica, sino también educación superior y de capacitación para el trabajo; la educación a distancia se ha apoyado de diversas herramientas, desde uso de correspondencia, radio, televisión cerrada en algunos casos, material impreso, uso de instalaciones improvisadas, horarios flexibles. Un ejemplo de horario flexible fue el caso de la educación nocturna. Con la llegada de la tecnología, el uso de internet, el uso de aplicaciones, de softwares, entre otros, dicha tecnología está transformando los procesos de enseñanza aprendizaje, y a la vez demanda la creación de nuevos entornos de enseñanza-aprendizaje [6].

En la educación a distancia, la balanza de la responsabilidad se mueve mayormente a los alumnos, debido a que se cree que son ellos quienes deben asumir la responsabilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje [7], pero a diferencia de ello, en la educación a distancia el docente No debe estar ausente, por lo que el alumno no se encuentra solo, sino que debe existir un acompañamiento en todo momento y una comunicación efectiva entre ambos, por medio de un programa debidamente estructurado y analizado con anterioridad, dicha estructura debe garantizar la funcionalidad de los programas [3].

Educación en línea

Durante la segunda mitad del siglo XX, la educación a distancia en México tuvo sus inicios y desde entonces ha atravesado por un sin número de cambios y adaptaciones, además de que han sido diferentes las instituciones educativas que se han sumado a ofrecer este tipo de educación como una alternativa a la educación tradicional o convencional en nuestro país; coadyuvando a dar una respuesta a las diferentes necesidades de los alumnos, principalmente las que tienen que ver con horarios flexibles, aprendizaje al ritmo del alumno, situación laboral, y dificultad de acceso a las instituciones.

Con el paso del tiempo, la globalización trajo intercambios en México en diversos ámbitos entre ellos el intercambio tecnológico con diferentes naciones; dichos intercambios introdujeron o aumentaron el uso de internet en todos los sectores, facilitando el intercambio de información a través de medios electrónicos; el ámbito educativo no ha sido la excepción en este sentido, ha tenido que adoptar el uso de las Tecnologías de la información, no solo por dicho intercambio de información, sino además, por el surgimiento de nuevas teorías de aprendizaje que requieren el uso de Tecnologías de información y comunicación como mediación tecnológica [2]; así como la creación de nuevos ambientes, entornos o aulas virtuales, el uso de herramientas de apoyo, como son, el correo electrónico, los foros, los blogs, el uso de servicios como Twitter, zoom, Meet, y diversas redes sociales, y todo tipo de modelos E-Learning o modelo de aprendizaje electrónico; dando paso a un modelo de educación que hoy por hoy se conoce como educación en línea, cuya finalidad no sólo es brindar la oportunidad de incorporarse en el proceso de enseñanza-aprendizaje a aquellos alumnos vulnerables que se les dificulta la posibilidad de acceder a clases áulicas; sino también de tener mayor oportunidad de competencia y de incursionar en la eliminación de barreras de tiempo y distancia; es necesario no olvidar, que es común, que la educación en línea también sea conocida como educación a distancia [2].

Actualmente, en los cursos de estudios en los niveles de educación Superior, se promueve el uso de las nuevas tecnológicas, asumiéndose que la mayoría de los estudiantes, al ingresar o cursar un nivel superior cuentan con el conocimiento y las habilidades digitales y cognitivas para llevar a cabo sus

actividades [8]. Por lo que es necesario conocer con anterioridad si dichos alumnos se encuentran capacitados o tienen el conocimiento y habilidades mínimas en el uso de nuevas Tecnologías y herramientas, o si las instituciones proporcionan algún tipo de capacitación a los aspirantes o alumnos de esta modalidad.

DESARROLLO

Impacto en la educación

La contingencia por la pandemia de Coronavirus COVID 19, alteró el quehacer en las Instituciones de educación Superior en el mundo y en México; siguiendo el lineamiento para la prevención de riesgos de contagio para realizar el trabajo de las Instituciones de Educación Superior, de manera casi obligada estudiantes y maestros se resguardaron en sus hogares y desde allí continuaron con sus actividades educativas, esta ocasión mediante el uso de herramientas tecnológicas que permitían la interacción alumno-profesor [9].

El impacto real en la educación por la contingencia COVID-19 es incierto dado que aún no termina dicha contingencia; aun así podemos mencionar entre los impactos el hecho de que muchos profesores y estudiantes se han quedado sin actividad; los primeros debido a que algunas universidades privadas no pueden continuar solventando los salarios, y los segundos por no contar con los recursos para acceder a la educación virtual; otro impacto tiene que ver con un aprendizaje académico en los alumnos deficiente, alumnos que no continuarán con el ciclo posterior o no terminarán el ciclo, lo que trae deserción; un aumento en la brecha de la desigualdad entre alumnos que cuentan con los elementos o herramientas suficientes y los que no cuentan con ellas, para acceder a clases virtuales, así como algunas instituciones que cerrarán sus puertas [9].

Sin duda el primer y mayor impacto ha sido el cierre temporal de las instituciones y el cese de actividades presenciales, otros impactos son de tipo emocionales como malestar, enojo, frustración por diversos motivos como sobrecarga académica, inquietud, incertidumbre acerca de cómo concluirían su ciclo escolar los alumnos [10]; otros estudios revelan que la salud mental de muchos estudiantes y profesores se vio afectada desencadenándose conductas violentas o de escape [11].

Pero no todos los impactos han sido negativos, según una encuesta realizada a estudiantes de la Universidad de las Américas que medía la satisfacción de los estudiantes respecto a clases virtuales, indicó que existen beneficios como obtener un mayor refuerzo en la materia debido a que el alumno puede observar repetidamente las clases, que la comunicación entre estudiantes y docentes es más rápida y directa gracias al uso de internet, o que las barreras de tiempo, y distancia se han eliminado en muchos casos [12].

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) presentados en los resultados de la encuesta para la Medición del impacto COVID-19 en la educación (ECOVIED-ED) 2020 datos nacionales [13], se obtuvieron los siguientes resultados:

1. De 33.6 millones de personas entre 3 y 29 años que estuvieron inscritas en el ciclo escolar 2019 - 2020 (62.0% del total de la población), de ellas, 740 mil (2.2%) no concluyeron el ciclo escolar; 58.9% por alguna razón asociada a la COVID-19 y 8.9% por falta de dinero o recursos.
2. Para el ciclo escolar 2020-2021 se inscribieron 32.9 millones (60.6% de la población de 3 a 29 años).
3. Por motivos asociados a la COVID-19 o por falta de dinero o recursos no se inscribieron 5.2 millones de personas (9.6% del total 3 a 29 años) al ciclo escolar 2020-2021.
4. Sobre los motivos asociados a la COVID-19 para no inscribirse en el ciclo escolar vigente (2020-2021) el 26.6% considera que las clases a distancia son poco funcionales para el aprendizaje; el 25.3% señala que alguno de sus padres o tutores se quedaron sin trabajo, el 21.9% carece de computadora, otros dispositivo o conexión de internet.
5. Para el ciclo 2019-2020; la herramienta digital más usada por los alumnos fue el teléfono inteligente con 65.7%; seguida de la computadora portátil con 18.2%, computadora de escritorio con 7.2%, la televisión digital con 5.3% y la tableta con 3.6 por ciento [13].

Muestreo

El estudio se realizó mediante un muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple, a una muestra

de 213 alumnos, de los cuales el 56.3% fueron mujeres y el 43.7 % fueron hombres.

Procesamiento de la información de los cuestionarios.

Aspectos relacionados con las necesidades y la disponibilidad de los recursos informáticos del estudiante para afrontar la modalidad de clases virtuales fueron considerados. Así como, en conocer las condiciones y características del lugar o espacio físico donde el alumno recibe o tiene conectividad con las clases en línea, además de las habilidades o cualidades del alumno en el uso de tecnología.

La información de los cuestionarios fue procesada mediante la aplicación de Google Formularios, en los siguientes enlaces se encuentran disponibles los formularios:

<https://docs.google.com/forms/d/19K1h3KiPRTEUY11-tO6uu4AKgGMuf5rwkoi33tnOCn4/edit>,
https://docs.google.com/forms/d/12g0GUPpidJAwqWoG6QitGz58JClmSnfAVtFEywS79g/edit?usp=forms_home&ths=true

Uno de los formularios contiene 13 preguntas y está enfocado a conocer la disponibilidad de recursos informáticos de los alumnos, con esto se obtiene información acerca de cuáles son los dispositivos electrónicos que usan o poseen los alumnos; los cuales pueden ser: teléfono móvil inteligente, computadora personal, o computadora en un sitio de renta; o si no cuentan con algún equipo propio sino prestado. Se obtiene información acerca de quienes o cuántos alumnos cuentan con el servicio de internet en casa o de qué manera obtienen dicho servicio, y como es la calidad en el servicio en cuanto a estabilidad y conectividad.

En el segundo cuestionario se incluyen 16 preguntas relacionadas con la variable Habilidades en el uso de las tecnologías, se hacen preguntas acerca de las habilidades del alumno en el uso de computadora, así como en el uso de diversas plataformas educativas, y aplicaciones de video clases o video llamadas; así como las habilidades en el manejo de paquetería básica, también se analizan las condiciones y características del espacio físico para acceder a las clases virtuales.

Las preguntas están relacionadas entre sí, por ejemplo, al preguntar o hablar acerca de los porcentajes de alumnos que tiene una computadora o

dispositivo propio, también se busca conocer si además tienen la habilidad para hacer uso de ellos; por otro lado, también se busca conocer si además de tener dispositivos cuentan con los materiales o equipos auxiliares, como cámara, audífonos, u otro más.

Los resultados obtenidos están clasificados de la siguiente manera:

a) Disponibilidad de recursos informáticos del estudiante

1. Dispositivos para acceder a clases. Se encontró que 125 (51.7%) alumnos cuentan con un teléfono inteligente, que solo un alumno (0.4%) no cuenta con algún dispositivo propio para acceder a las clases a distancia o en línea. El resto de la población cuenta con algún dispositivo no descrito aquí.

2. Equipos y material de trabajo. 104 (48.8%) alumnos consideran que son suficientes, 62 (29.1%) alumnos los considera insuficientes, y 6 alumnos (2.8%) no cuenta con material y equipo de trabajo propios.

3. Acceso al servicio de internet. 165 (68.2%) alumnos cuentan con el servicio, y 77 alumnos (31.8%) no cuentan con él.

4. Entrega de tareas. 145 alumnos (59.9%) prefieren entregar tareas haciendo uso de la plataforma Moodle que asigna la Institución educativa, 66 alumnos (27.3%), prefieren usar mensajería instantánea, 6 alumnos (2.5 %) prefieren entregarlas al docente de manera presencial y 11 alumnos (4.5%) prefieren hacer uso del correo electrónico.

b) Condiciones y características del lugar o espacio físico

1. Disponibilidad de un espacio físico. 117 alumnos (54.9%) manifestaron contar con un espacio; 96 alumnos (45.1%) manifestó no contar con dicho espacio.

2. Características del lugar. 72 alumnos (33.8%) dijo que el espacio con que cuenta es incómodo y con distracciones, únicamente 55 alumnos (25.8%) dijo que dicho espacio es cómodo y sin distracciones.

3. Estabilidad de señal de internet. - Solo 2 alumnos (0.9%) consideran que ésta es excelente, mientras que 54 alumnos (25.4%) consideran que es inestable, y el porcentaje más alto de alumnos 44.1% (94 alumnos) consideran su estabilidad buena.

c) Cualidades o aptitudes del alumno

1. Habilidad en el uso de la tecnología. 124 (51.2%) alumnos manifiestan tener una habilidad excelente y 3 alumnos (1.2%) dicen tener una habilidad mala.

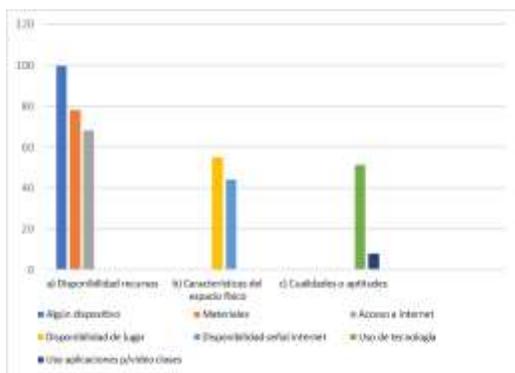
2. Habilidad en el uso de aplicaciones específicas para video clases. 17 (8%) alumnos manifestó que su habilidad es muy buena (categoría más alta), 1 alumnos (0.7%) que su habilidad es insuficiente (categoría más baja), el resto de los alumnos respondieron otras opciones.

3. Frecuencia en el uso de la computadora. 85 alumnos (39.9%) hacen uso de ella todos los días de la semana, 61 alumnos (28.6%) de 3 a 4 días a la semana.

4. Uso de programas básicos de Office o similares. 47 alumnos (22.1%) hace uso de estos programas todos los días de la semana, 74 alumnos (34.7%) hace uso de 1 a 3 días. Y 107 alumnos (50.2%) del total manifestó hacer uso de alguna otra herramienta similar a las que ofrece Office.

5. Aprendizaje de las nuevas tecnologías. 158 (74.2%) alumnos se ha interesado durante la modalidad de clases en línea en aprender las nuevas tecnologías, 55 (25.8%) no se han interesado en ello.

Los resultados se muestran en la Gráfica 1 Clasificación de los Resultados.



Gráfica 1. Clasificación de los resultados.

Las circunstancias del entorno físico de cada alumno son diferentes, mientras que existen quienes cuentan con condiciones óptimas o todas las condiciones necesarias como lo son: un equipo de cómputo propio, un equipo extra como un teléfono inteligente o una tableta, servicio de internet, un área o espacio específico para efectuar la conexión, además de que tienen un buen manejo de las herramientas tecnológicas, como se muestra en la Tabla 1 Aspectos del entorno físico, el 54.9% dispone de un espacio físico adecuado, y el 68.2% dispone de servicio de internet. En contraste con ello en la misma tabla 1 se indica que el 45.1% carece de un entorno físico adecuado y deben combinar sus tareas educativas con actividades laborales, cuidado de hijos, o del hogar, un 19% está en esta situación.

Tabla 1. Aspectos del entorno físico.

Disponibilidad	Si cuenta con	No cuenta
Espacio físico	54.9 %	45.1%
Computadora u otro dispositivo	99.6 %	0.4%
Servicio de internet	68.2 %	31.8%
Combina sus estudios con trabajo o hijos	19 %	81 %

De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas, variables como las habilidades de los alumnos, la disponibilidad de servicios de internet, la disponibilidad de aplicaciones o software, y tener algún equipo o herramienta tecnológica no son asunto de evaluación o requisitos para que los alumnos continúen con el aprendizaje virtual en el ITSCo.

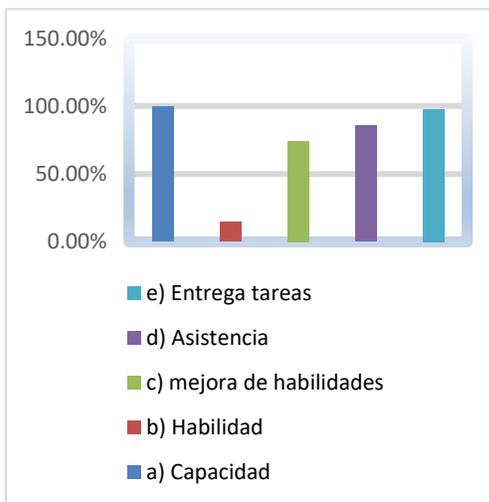
En cuanto a cualidades o aptitudes de tipo intelectual el 52.1 % de los alumnos tienen sus horarios organizados o crearon un plan de estudios, un 90.1% buscó la manera de entregar sus tareas, sólo el 2.1% manifestó no tener interés en entregarlas, y además hubo un 74.2% de alumnos interesados en aprender nuevas herramientas tecnológicas.

Se estudiaron las características o condiciones del entorno que van desde el lugar donde el alumno realiza el enlace, las habilidades o aptitudes del alumno, la manera como organiza sus horarios y entrega las tareas, el interés que mostró en adaptarse

o aprender nuevas herramientas o tecnologías de la información, el uso que hace de los recursos virtuales que la institución le ofrece y otros, la percepción que él mismo tiene de sí acerca de sus habilidades en el manejo de esta nueva modalidad hasta el aprendizaje que obtuvieron.

Aunque con la nueva modalidad se han reducido las limitantes de tipo geográficas y de tiempo para los alumnos; es necesario no confundirse y tener en cuenta que si bien el alumno se vuelve más autónomo y tiene manera de manejar el tiempo y el espacio a su favor también se debe tener presente que se establecen horarios y fechas de entrega para todas las actividades académicas las cuales deben cumplirse.

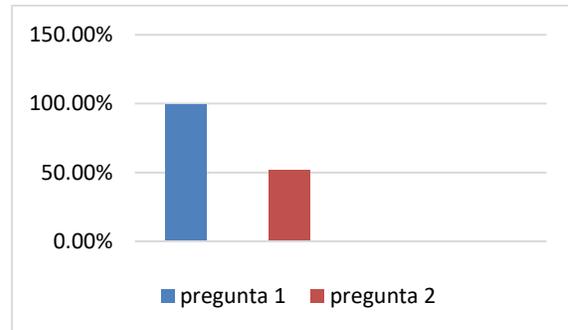
El análisis de los resultados en la encuesta arroja lo siguiente: a) un porcentaje alto que va del 54.9 al 99.6% de alumnos cuenta con la capacidad suficiente para afrontar esta situación; el resto del porcentaje se interesó en mejorar dicha capacidad. b) el 14.5% de los alumnos tienen una excelente habilidad en el uso de la tecnología. c) 74.2% de alumnos se interesó en mejorar dichas habilidades. d) se obtuvo un 85.5% de asistencia a clases virtuales. e) el 97.9% de los alumnos cumplieron con la entrega de sus tareas o actividades. Esto contribuyó al cumplimiento y desempeño de las actividades académicas durante el ciclo escolar 2020-2021. Ver gráfica 2.



Gráfica 2. Conclusiones.

Las preguntas que se plantearon se responden de la siguiente manera: 1.- ¿Están técnicamente preparados los alumnos para afrontar la modalidad de clases en línea? y, 2.- ¿Tienen los alumnos las habilidades mínimas necesarias para desarrollar las

actividades encomendadas en esta nueva modalidad? Para ambas preguntas la respuesta es sí, entre el 48.85 y el 99.6% de los alumnos encuestados manifestaron estar preparados de manera técnica. Y el 51.2 % dijo tener las habilidades necesarias para realizar las actividades encomendadas. Ver gráfica 3.



Gráfica 3. Respuesta a las preguntas.

La revolución tecnológica que se vive en la actualidad exige a las instituciones de educación superior mantener en su ámbito formativo el uso de recursos multimediales y la adaptación a los nuevos escenarios [15], por lo que se recomienda que el cuerpo docente se involucre en el aprendizaje del uso de las nuevas herramientas tecnológicas a través de capacitación, y haga uso juntamente con los alumnos de aquellos recursos que les brinda la Institución educativa. Así como la creación de los diseños de programas de estudio a distancia, o la revisión y modificación de los programas existentes.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Dentro de las instituciones de educación de nivel Superior que imparten clases en modalidad Educación a distancia, en la mayoría de las veces, se asume que los alumnos de evaluación ingreso ya cuentan con las habilidades técnicas necesarias, por lo que no son sometidos a ningún tipo de análisis o examen respecto a estos aspectos [7]. En este estudio se encontró que al inicio los alumnos no contaban con equipos ni con habilidades tecnológicas, y que en el momento de la medición los alumnos habían adquirido por algún medio equipo tecnológico y las habilidades mínimas necesarias para hacer uso de las herramientas.

Por otro lado, estudios han demostrado que no todos los cursos educativos de educación de nivel superior promueven el desarrollo de todas las habilidades cognitivas en el alumno, pero sí promueven la

mayoría de las habilidades básicas [14], acorde con estos autores con el presente estudio se encontró de igual mane que los cursos virtuales creados en el ITSCo para afrontar la nueva modalidad en línea promueven principalment las habilidades básicas como recordar, hacer búsquedas en google, utilizar viñetas, comprender, suscribir, comentar o editar.

Ojeda Beltran A, Ortega Álvarez DD, Boom Carcamo E. [6] Ddeterminaron que los resultados obtenidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje se ve influenciado por el nivel de competencias que poseen los alumnos; el presente estudio encontró que únicamente el 18.6 % de los alumnos (40 encuestados) manifestó que su calificación depende del manejo de la tecnología, aunque no de manera directa.

En las encuestas aplicadas los alumnos consideran que sí existe una relación entre las clases virtuales y la calificación, un 53.3% de los alumnos manifiestan que no poder conectarse a las clases virtuales por algún motivo ya sea falta de internet, o falta de herramienta afecta negativamente su calificación.

CONCLUSIONES

Aunque con la nueva modalidad se han reducido las limitantes de tipo geográficas y de tiempo para los alumnos; es necesario tener claridad al considerar que, aunque el alumno se vuelve más autónomo y tiene opciones para manejar el tiempo y el espacio a su favor; también se debe tener presente que se establecen horarios y fechas de entrega para las actividades académicas las cuales deben cumplirse.

Se encontró un claro interés de los alumnos por adaptarse a esta nueva modalidad, aprender nuevas herramientas tecnológicas, así como avanzar a lo largo del curso. De parte de los padres de familia el involucramiento no fue menor, ellos apoyaron a los alumnos al adquirir por diversos medios equipos, o servicios tecnológicos; en los hogares los espacios se adaptaron para servir de aulas, se formaron grupos o parejas entre alumnos para ocupar un mismo equipo de cómputo, un mismo servicio de internet, o un mismo espacio; y hacer frente a este brusco cambio.

Los cursos académicos no se perdieron y las ganas y deseos por regresar a las aulas están presentes.

Líneas de investigación sugeridas:

1.-Se sugiere realizar investigación posterior en donde se analicen de manera exhaustiva los sistemas de educación en línea actuales, con la finalidad de identificar las áreas que necesiten reforzamiento.

2.- Otra área de investigación sugerida es la revisión del sistema tradicional presencial con el fin de establecer qué elementos usados en educación en línea se puedan incorporar de manera permanente a dicho sistema.

3.- Se recomienda realizar investigación a través de la aplicación de examen diagnóstico que mida el nivel de conocimiento en el manejo de herramientas tecnológicas en los alumnos de nuevo ingreso.

4.-Otra línea de investigación es el nivel de involucramiento de los docentes en el aprendizaje de usos de nuevas tecnologías y herramientas de apoyo a la educación.

5.- También se sugiere la realización y continuación de este tipo de estudios que aporten nuevos hallazgos.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Pérez López E, Vázquez Atochero A, Cambero Rivero S. Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios. Revista Iberoamericana de educación a distancia. 2021; p. 330-342.

[2] Martínez Uribe CH. La educación a distancia: sus características y necesidad en la educación actual. Educación. 2008; p. 7-27.

[3] Padula Perkins E. Una introducción a la educación a distancia España: S.L. Fondo de cultura economica de España; 2009.

[4] Bosco Hernández D, Barrón Soto S. La educación a distancia en México: narrativa de una historia silenciosa. División Sistema Universidad Abierta de la facultad de filosofía y letras de la UNAM. 2008; p. 1-73.

[5] Navarrete Cazales Z, Manzanilla Granados HM. Panorama de la educación a distancia en México. Latinoamericana de Estudios Educativos. 2017; p. 65-82.

[6] Ojeda Beltran A, Ortega Álvarez DD, Boom Carcamo E. Análisis de la percepción de estudiantes presenciales acerca de clases vitruales como respuesta a la crisis del Covid-19. Espacios. 2020; p. 81-92.

[7] Sotelo Castillo A, Ramos Estrada DY, Tánori Bernal AD. Habilidades y actitudes en estudiantes que cursan materias en modalidad virtual - presencial, en una Institución de Educación superior. veracruz; 2020.

[8] Avitia Carlos P, Uriarte I. Evaluación de la habilidad digital de los estudiantes universitarios: estado de ingreso y potencial educativo. Revista electrónica de Tecnología Educativa. 2017; p. 1-13.

[9] Marmolejo F, Malo Alvarez S, Maldonado Maldonado A, Gacel Avila. Impacto del COVID-19 en la Educación Superior de México. Revista de Educación Superior en America Latina. 2020;; p. 8-14.

[10] Vidal Ledo J, González Longoria dICB, Armenteros Vera I. Impacto de la COVID-19 en la educación superior en México. Editorial Ciencias Medicas. 2021; p. 1-15.

[11] Lovón Cueva A, Cisneros Terrones A. Repercusiones de las clases virtuales en los estudiantes Universitarios en el contexto de la cuarentena por COVID-19: -El caso de la PUCP. Propósitos y representaciones. 2020; p. 1-15.

[12] Bautista I, Carrera G, León E, Laverde D. Evaluación de satisfacción de los estudiantes sobre las clases virtuales. Revista Minerva de investigación científica. 2020; p. 5-12.

[13] INEGI. WWW.INEGI.OR.MX. [Online].; 2021. Available from: [HYPERLINK "https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ECOVID-ED_2021_03.pdf"](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ECOVID-ED_2021_03.pdf)

https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ECOVID-ED_2021_03.pdf

[14] Vargas Mendoza L, Gómez Zermeño MG, Gómez Zermeño RdL. Desarrollo de habilidades cognitivas y tecnológicas con aprendizaje móvil. Revista de Investigación Educativa de la escuela de graduados en educación. 2013;; p. 30-39.

[15] Amador Ortiz, Velarde Peña L. Competencias para el uso de las TIC en estudiantes de educación superior: un estudio de caso. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo. 2019; p. 1-27.

ROLES DE CONTRIBUCIÓN

ROL DE CONTRIBUCIÓN	AUTORES	
	NOMBRE	GRADO DE CONTRIBUCIÓN
Conceptualización	María del Pilar García Herrera Velia Herminia Castillo Pérez	IGUAL IGUAL
Curación de datos	María del Pilar García Herrera Velia Herminia Castillo Pérez	IGUAL IGUAL
Metodología	María del Pilar García Herrera Velia Herminia Castillo Pérez	IGUAL IGUAL
Administración del proyecto	María del Pilar García Herrera Velia Herminia Castillo Pérez	IGUAL IGUAL
Recursos	María del Pilar García Herrera Velia Herminia Castillo Pérez	IGUAL IGUAL
Software	María del Pilar García Herrera Velia Herminia Castillo Pérez	IGUAL IGUAL
Supervisión	María del Pilar García Herrera Velia Herminia Castillo Pérez	IGUAL IGUAL
Validación	María del Pilar García Herrera Velia Herminia Castillo Pérez	IGUAL IGUAL
Redacción	María del Pilar García Herrera Velia Herminia Castillo Pérez	IGUAL IGUAL
Visualización	María del Pilar García Herrera Velia Herminia Castillo Pérez	IGUAL IGUAL

PRONÓSTICO DE DEMANDA USANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES COMO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA EN LOS PROCESOS DE LAS EMPRESAS

Tania Guadalupe Ramos García¹, Mirella Parada Gonzalez², Ulises Martínez Contreras³, Arturo Woocay Prieto⁴, Laura Elizabeth Silva Leyva⁵

¹Maestra en Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Departamento de Educación a Distancia. taniaraga9@gmail.com. Teléfono (656) 6882500, Avenida Tecnológico No. 1340 Fraccionamiento El Crucero Código Postal 32500, Ciudad Juárez

²Maestra en Ciencias Ing. Industrial. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Posgrado e Investigación. mirella.pg@cdjuarez.tecnm.mx. Teléfono (656) 6882500, Avenida Tecnológico No. 1340 Fraccionamiento El Crucero Código Postal 32500, Ciudad Juárez

³Doctor en Ingeniería Mecánica. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Posgrado e Investigación. ulises.mc@cdjuarez.tecnm.mx. Teléfono (656) 6882500, Avenida Tecnológico No. 1340 Fraccionamiento El Crucero Código Postal 32500, Ciudad Juárez

⁴PhD Environmental Science and Engineering. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Posgrado e Investigación. arturo.wp@cdjuarez.tecnm.mx. Teléfono (656) 6882500, Avenida Tecnológico No. 1340 Fraccionamiento El Crucero Código Postal 32500, Ciudad Juárez

⁵Maestra en Administración De Negocios Internacionales. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Departamento Industrial-logística. laura.sl@cdjuarez.tecnm.mx. Teléfono (656) 6882500, Avenida Tecnológico No. 1340 Fraccionamiento El Crucero Código Postal 32500, Ciudad Juárez.

Resumen -- Este artículo muestra la aplicación de las redes neuronales artificiales (RNA) en pronósticos de demanda en una empresa concretera. El objetivo fue comparar la exactitud de pronóstico obtenida al utilizar RNA en contraste con la obtenida a través de los modelos tradicionales para pronosticar utilizados actualmente por la empresa y, de esta forma constatar que es posible conseguir una exactitud mayor en los pronósticos de demanda al utilizar RNA. Para el desarrollo se utilizó la metodología de modelos de redes simples perceptrón multicapa y se realizó con el uso de datos extraídos de los programas de la empresa. Al evaluar los pasos anteriores se pudo concluir que la técnica que proporciona mayor exactitud del pronóstico es RNA, los resultados se pueden apreciar en la figura 5.

Palabras clave -- Red Neuronal Artificial (RNA), Inteligencia Artificial (IA), pronóstico, proceso.

Abstract -- This article shows the application of artificial neural networks (ANN) in demand forecasting in a concrete company. The objective was to compare the forecast accuracy obtained by using RNA in contrast to that obtained through traditional forecasting models currently used by the company and, in this way, to verify that it is possible to achieve greater accuracy in demand forecasts when using RNA. For the development, the methodology of simple multilayer perceptron network models was used, and it was carried out with the use of data extracted from the company's programs. When evaluating the previous steps, it was possible to conclude that the technique that provided the greatest accuracy of the forecast is RNA, the results can be seen in figure 5.

Keywords -- Artificial Neural Network (ANN), Artificial Intelligence (AI), forecasting, process.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas buscan constantemente la mejora en todos sus procesos; aprovechando el uso de la tecnología, las mejoras en la productividad se generan de tres formas: reduciendo los tiempos en la ejecución de procesos, eliminando o sustituyendo total o parcialmente tareas dentro de esos procesos, o incorporando nuevas funcionalidades que aportan valor al proceso ya existente [1].

Utilizar las RNA para realizar pronósticos en una empresa, aborda la opción de incorporar nuevas funcionalidades.

Se sabe que las redes neuronales artificiales son aproximadores universales de funciones, y que no requieren un conocimiento a priori sobre el proceso en cuestión. Las RNA también son conocidas por su capacidad para modelar sistemas no lineales. Diversos autores concuerdan en afirmar que las series de datos reales presentan comportamientos complejos, caóticos, no lineales y la aproximación que pueda hacerse con modelos lineales resulta inadecuada [10] [11]. Para modelos no lineales hay estudios que tratan estos inconvenientes de cambios abruptos o estructurales y reconocen las bondades de

las RNA en el modelado de datos atípicos con perturbaciones [12].

Las RNA consultadas en la literatura para esta investigación son las llamadas perceptrón multicapa (MLP), que están compuestas por una o varias capas de entrada, una capa de salida y capas ocultas intermedias.

Antecedentes

La Concretera Chamizal es una mediana empresa con más de 30 años en el mercado; proporciona concreto premezclado a todo tipo de clientes, desde pequeños que amplían su casa, constructoras que desarrollan fraccionamientos, hasta grandes obras de gobierno como calles o puentes.

El concreto premezclado por su propia naturaleza requiere un plan de producción especial, ya que una vez que se produce no puede mantenerse en almacenamiento, por lo que debe ser fabricado con el tiempo exacto al considerar la hora establecida para su uso. Del mismo modo, la materia prima empleada para su fabricación tiene un tiempo de vida útil establecido para asegurar las condiciones de calidad requeridas para el producto final deseado.

En sus inicios la empresa registraba de forma manual los procesos como las programaciones, las ventas y la producción; conforme pasó el tiempo se adquirieron softwares como SAP, que hacen que los procesos tengan un mayor control.

Planteamiento del problema

Actualmente los pronósticos se obtienen al combinar los promedios móviles y la composición de la fuerza de ventas, con lo cual se alcanza una exactitud de pronóstico entre 70% y 80%. La empresa considera que puede mejorar la productividad en las operaciones al aumentar la exactitud de los pronósticos.

Objetivo

En esta investigación se busca utilizar redes neuronales artificiales para superar la exactitud del pronóstico actual de la empresa, estableciendo el objetivo de conseguir mínimo un 85% de exactitud. Además, se pretende introducir esta nueva técnica a la empresa, permitiéndole que dé un paso más hacia la óptima toma de decisiones.

MARCO TEÓRICO

Pronósticos

En los negocios, un pronóstico es una herramienta que proporciona un estimado cuantitativo o un conjunto de estimados acerca de la probabilidad de eventos futuros, los cuales se elaboran en base a la información de interés con relación a su dimensión pasada y actual. [2]

Hay numerosas técnicas utilizadas para pronosticar, tanto en el enfoque cuantitativo como en el enfoque cualitativo. Las más socorridas, dentro del enfoque cualitativo, son: jurado de opinión ejecutiva, encuestas en el mercado de consumo, grupos de consenso, método Delphi y composición de la fuerza de ventas. Los modelos cuantitativos que tradicionalmente se han utilizado, enfoque intuitivo, promedios móviles, suavizamiento exponencial, proyección de tendencias y regresión lineal [13]. La elección del método o métodos dependerá de los costos involucrados, el propósito del pronóstico, la confiabilidad y consistencia de los datos históricos de ventas, el tiempo disponible para hacer el pronóstico, el tipo de producto, las características del mercado, la disponibilidad de la información necesaria y la pericia de los encargados de hacerlo. Lo normal es que las empresas combinen varias técnicas. [4]

Los métodos actualmente utilizados por la empresa es una combinación de composición de la fuerza de ventas y promedios móviles. La fuerza de ventas puede ser una buena fuente de información acerca de las tendencias futuras y los cambios en el comportamiento del comprador, ya que los vendedores tienen contacto directo con los compradores; son el contacto más cercano que la mayoría de las compañías tiene con sus clientes. El método de promedios móviles es un modelo estadístico que emplea sus datos históricos prediciendo bajo el supuesto que el futuro es una función del pasado. [13] Al combinar ambos métodos se complementan y pueden dar un pronóstico con más exactitud.

Redes Neuronales Artificiales

La inteligencia artificial es un intento por descubrir y describir aspectos de la inteligencia humana que pueden ser simulados mediante máquinas. Una red neuronal es “un nuevo sistema para el tratamiento de la información, cuya unidad básica de procesamiento está inspirada en una célula del sistema nervioso humano: la neurona”. Esta disciplina se ha

desarrollado fuertemente en los últimos años teniendo amplias aplicaciones.

Actualmente las RNA son usadas para desarrollar tareas tales como reconocimiento facial, desarrollo de pronósticos, minería de datos, composición de música, creación de imágenes, lectura de labios, etc. Lo más destacable de esta herramienta es que tiene un aprendizaje adaptativo, es decir, la capacidad de aprender a realizar tareas basadas en un entrenamiento o una experiencia inicial; a su vez, es autoorganizada porque puede crear su propia organización o representación de la información que recibe mediante una etapa de aprendizaje, y puede realizar grandes procesos con datos de forma muy rápida [1].

Una red neuronal artificial (Figura 1) es un modelo computacional que se basa en la estructura de la red neuronal del sistema nervioso humano. Las neuronas artificiales están conectadas tanto unas con otras como con las entradas y salidas de la red, al utilizar varios pesos: aceptan una serie de entradas, ajustan los pesos para minimizar la función de rendimiento y finalmente producen la salida [8].

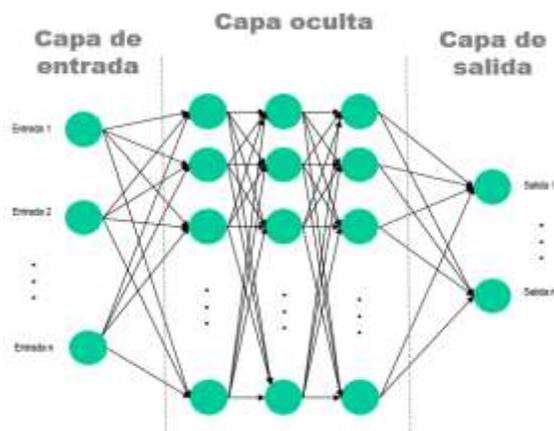


Figura 1. Estructura básica de una RNA.

Cualquier modelo de red neuronal consta de dispositivos elementales de proceso: las neuronas. Generalmente se pueden encontrar tres tipos de neuronas: 1) aquellas que reciben estímulos externos relacionados con el aparato sensorial y que tomarán la información de entrada; 2) aquellas en las que dicha información se transmite a ciertos elementos internos que se ocupan de su proceso, es decir, la sinapsis entre neuronas en donde se genera cualquier tipo de representación interna de la información, y

puesto que no tienen relación directa con la información de entrada ni con la de salida, se denominan "unidades ocultas", y 3) aquellas en las que, una vez que finaliza el periodo del proceso, la información llega a las unidades de salida, cuya misión es dar la respuesta del sistema. [1]

Hay investigaciones que proponen el uso de redes neuronales artificiales como herramienta eficiente para la realización de pronósticos, ya que no presentan un análisis lineal [1] [3]. Dentro de la investigación propuesta [14], se determina que la inteligencia computacional, a través de una red neuronal, resuelve de mejor forma problemas de optimización de cartera en comparación con otros modelos. En [14] [16], se propone el uso de tecnologías de la inteligencia artificial como los sistemas difusos para la predicción de costos y el establecimiento de una planeación agregada, respectivamente. Algunas de las implementaciones de la inteligencia artificial dentro del sector industrial demuestran las ventajas de su uso en comparación con métodos tradicionales, propiciando así una ventaja competitiva en las organizaciones.

En una revisión [15], se analiza la importancia de reducir el nivel de inventario en una organización a través del pronóstico de venta. Los resultados obtenidos muestran que es posible establecer buenos niveles de inventario a través de los pronósticos realizados por una red neuronal de propagación hacia adelante.

Python

Es un lenguaje de programación, multiparadigma y multinivel con soporte en programación orientada a objetos, imperativa y funcional. Con este tipo de lenguaje se pueden crear aplicaciones nativas e híbridas, y también cuenta con una sintaxis accesible para las personas con un nivel de 'alfabetización' básico en lenguajes de programación.

Este es un lenguaje de programación de código abierto, de propósitos generales y es gratuito, por lo que no se tendría que pagar una licencia para utilizarlo. Es interpretado, es decir, que no requiere compilación, lo que implica un tiempo mayor de ejecución frente a otros programas desarrollados con lenguajes de tipo compilado.

Python es una tecnología imprescindible en plataformas de entretenimiento y social media, destinado al aprendizaje automático y a la

construcción de algoritmos de recomendación; por esta razón, aplicaciones como Instagram, Pinterest, Dropbox, Facebook, Spotify y Netflix utilizan este lenguaje en su desarrollo ya que permite programar tareas con el objetivo de procesar grandes cantidades de datos y obtener información de valor. [9]

Asimismo, es posible abordar los siguientes tipos de proyectos con el lenguaje:

- Aplicaciones web.
- Ciencia de datos.
- Aprendizaje automático.
- Análisis y automatización de datos.
- Inteligencia artificial.

DESARROLLO

A continuación, se presenta la metodología que se empleó para el análisis y desarrollo de la investigación.

Metodología

Dentro de la revisión de literatura se encontró una serie de pasos elementales para realizar el entrenamiento de la red y el pronóstico a aplicar; después, se comenzó la creación del procedimiento de acuerdo con las necesidades de este trabajo. En la Figura 2 se visualizan los pasos a seguir y como metodología para obtener los pronósticos de demanda, los cuales se dividieron en 3 fases: datos, RNA y evaluación.

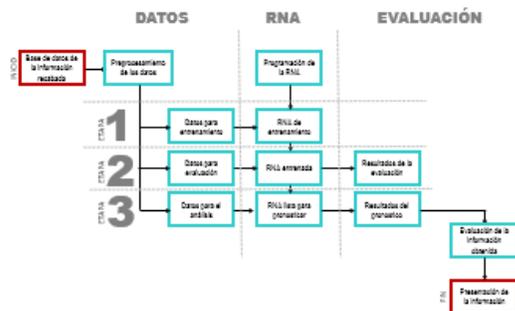


Figura 2. Flujo básico para pronosticar demanda con una RNA.

Fase 1 - Datos

En esta fase de datos se presenta la serie de tareas que se llevaron a cabo para recolectar toda la información.

Base de datos de la información recabada

En la primera etapa del proceso se buscaba que los datos que entrarían a la red neuronal fueran confiables y válidos. La primera parte corresponde a los datos que se utilizan para entrenar la RNA; los segundos sirven para validar los resultados que se obtuvieron en el paso anterior, y, por último, se analizan los datos que se utilizan para los resultados a usar en la operación de la empresa.

Para la recolección de datos se utilizó el software SAP que maneja la empresa; éste es un sistema informático que le permite a las empresas administrar sus recursos, además de que las principales compañías del mundo lo utilizan para gestionar exitosamente todas las fases de sus modelos de negocios.

Preprocesamiento de datos

En esta etapa se realiza la selección de los datos que servirán para realizar el pronóstico y se eliminan de la base de datos aquellos no útiles. Por ejemplo, se quitan tanto las columnas de datos alfanuméricos como las columnas con datos no relevantes tales como códigos de materiales o sus nombres.

Datos para entrenamiento, para evaluación y para el análisis

Los datos de entrada fueron obtenidos de los registros históricos de la empresa, basados en dos criterios:

- A partir de los años 2018 al 2019 para las etapas 1 y 2.
- A partir del año 2020 para la etapa 3.

En la Figura 3 se muestra la representación y comportamiento de los datos de las ventas de concreto en metros cúbicos, obtenidos de la información recolectada.

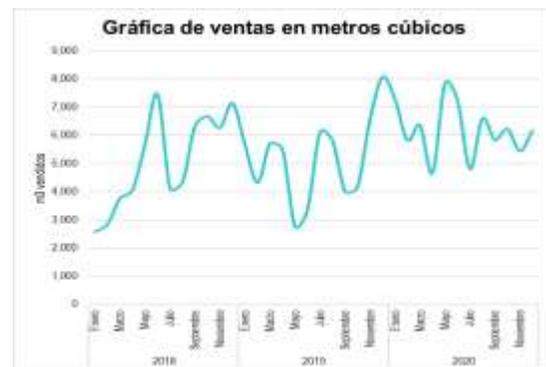


Figura 3. Representación y comportamiento de los datos.

Fase 2 - RNA

En esta fase del proceso se muestran los pasos que se siguieron para realizar la programación y crear el código.

Programación de la RNA

Para realizar la programación de la RNA, primeramente, se creó un algoritmo del que parten los pasos para estructurar el código.

Para esta programación se requirieron las siguientes librerías: pandas, para análisis estadísticos; numpy, para cálculos matemáticos; de sklearn.preprocessing se importó el módulo StandardScaler para normalizar la data; de sklearn.model_selection se importó el módulo train_test_split, para dividir en train y test), y de sklearn.neural_network se importó el módulo MLPClassifier y MLPRegressor para el perceptrón multicapa.

La Figura 4 muestra los pasos del algoritmo que se siguieron para armar la RNA.

ALGORITMO

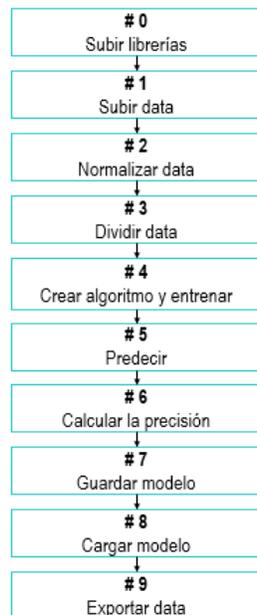


Figura 4. Algoritmo utilizado en Python para el pronóstico.

RNA de entrenamiento

El código de programación que se utilizó en Python

para la RNA es el mismo, solo que en las diferentes etapas el cambio fue en las variables de entrada, las capas ocultas y la cantidad neuronas.

En esta investigación se probaron diferentes combinaciones para la red neuronal artificial, como no hay ninguna forma por el momento de encontrar la cantidad idónea de datos, se trabajó con método de prueba y error hasta obtener la estructura más recomendable para el pronóstico que se buscaba.

RNA de evaluación

En la Tabla 1 se muestran los resultados con las estructuras finales de evaluación RNA para pronóstico de demanda, con el número de Entradas, el de Capas Ocultas y el de Neuronas:

Tabla 1. Estructuras finales de evaluación RNA para pronóstico de demanda.

Entradas	Capas Ocultas	Neuronas
1	5	3
	15	6
2	5	6
	15	9

La selección de la mejor estructura se realizó considerando el paso número 6 del algoritmo (Figura 5), que es el cálculo de precisión dado en porcentaje conjunto con el MAPE (error absoluto porcentual promedio por sus siglas en inglés). Se muestra en la tabla 2.

RNA de pronóstico

Aquí se realizaron las pruebas con los datos obtenidos como resultado de la red de evaluación con los datos de la Tabla 1.

Fase 3 - Evaluación

En este conjunto de pasos se hizo la valoración de los resultados de la fase anterior; aquí se decidió si se hacían modificaciones o si la programación de la red daba un resultado.

Resultado de la evaluación

En este paso se ajustaron las diferentes estructuras, mientras se probaban varias combinaciones de capas ocultas, neuronas y entradas, para ver con cuáles se obtenían los mejores resultados. Al tener las mejores

combinaciones, se dio el visto bueno y se pasó a la siguiente etapa. Los resultados se muestran en la Tabla 2 donde se puede observar que con la estructura 2-15-9 se obtuvo un pronóstico con porcentaje de precisión mayor.

Tabla 2. Resultados de las estructuras de prueba de una RNA para pronóstico de demanda.

Entradas	Capas Ocultas	Neuronas	Desempeño del pronóstico	
			% de precisión	RMSE
1	5	3	67.38%	4032.00
	15	6	68.35%	4002.77
2	5	6	68.11%	4019.91
	15	9	71.99%	3918.53

Resultado del pronóstico

Los resultados de esta estructura están plasmados en las siguientes tablas.

En la tabla 3, se observa la exactitud del pronóstico utilizando la técnica cuantitativa de promedio móvil agregando la técnica cualitativa del conocimiento del mercado representada en porcentaje.

Tabla 3. Resultados de pronóstico con Promedio Móvil + conocimiento del mercado año 2021.

MES	Resultados de pronóstico con Promedio Móvil + conocimiento del mercado año 2021				TOTAL PM+CDM	EXACTITUD DEL PRONÓSTICO
	VENTA REAL EN M3	PROMEDIO MÓVIL	AGREGAR	CONOCIMIENTO DEL MERCADO		
Enero	6,463	4,524	*	10%	4,976	77.00%
Febrero	6,439	4,997	*	8%	5,397	83.81%
Marzo	7,515	4,326	*	11%	4,802	63.90%
Abril	4,962	3,651	*	12%	4,089	82.42%
Mayo	4,264	3,220	*	10%	3,542	83.09%
Junio	6,362	3,948	*	9%	4,303	67.64%
Julio	6,790	4,992	*	10%	5,362	79.42%
Agosto	3,014	1,808	*	14%	2,061	68.40%
Septiembre	8,016	5,130	*	8%	5,541	69.12%
Octubre	4,445	2,801	*	9%	3,053	68.70%
Noviembre	4,685	3,402	*	10%	3,742	79.88%
Diciembre	5,112	3,076	*	11%	4,082	79.86%
	68,064				50,982	75.27%

En la tabla 4, se observa la exactitud del pronóstico utilizando la técnica cuantitativa de RNA agregando la técnica cualitativa del conocimiento del mercado representada en porcentaje.

Tabla 4. Resultados de pronóstico con RNA + conocimiento del mercado año 2021.

MES	Resultados de pronóstico con RNA + conocimiento del mercado año 2021				TOTAL RN+CDM	EXACTITUD DEL PRONÓSTICO
	VENTA REAL EN M3	RNA	AGREGAR	CONOCIMIENTO DEL MERCADO		
Enero	6,463	4,847	*	10%	5,332	82.50%
Febrero	6,439	5,151	*	8%	5,563	86.40%
Marzo	7,515	5,829	*	11%	6,470	86.10%
Abril	4,962	3,672	*	12%	4,112	82.88%
Mayo	4,264	3,496	*	10%	3,846	90.20%
Junio	6,362	5,089	*	9%	5,547	87.20%
Julio	6,790	5,568	*	10%	6,124	90.20%
Agosto	3,014	2,411	*	14%	2,748	91.20%
Septiembre	8,016	6,333	*	8%	6,840	85.32%
Octubre	4,445	3,511	*	9%	3,827	86.11%
Noviembre	4,685	3,794	*	10%	4,174	89.10%
Diciembre	5,112	3,885	*	11%	4,312	84.36%
	68,064				58,896	86.80%

Por último, en la tabla 5 se muestra la comparación de resultados utilizando las técnicas de RNA vs

Promedio móvil, pudiendo observar una mejor exactitud del pronóstico al utilizar RNA agregando el porcentaje determinado del conocimiento del mercado.

Tabla 5. Comparación de exactitud del pronóstico con RNA y Promedio móvil año 2021.

MES	RNA + CDM	PROMEDIO MÓVIL + CDM
Enero	82.50%	77.00%
Febrero	86.40%	83.81%
Marzo	86.10%	63.90%
Abril	82.88%	82.42%
Mayo	90.20%	83.09%
Junio	87.20%	67.64%
Julio	90.20%	79.42%
Agosto	91.20%	68.40%
Septiembre	85.32%	69.12%
Octubre	86.11%	68.70%
Noviembre	89.10%	79.88%
Diciembre	84.36%	79.86%

Evaluación de la información obtenida

Al evaluar los pasos anteriores se pudo concluir que la técnica que proporcionó mayor exactitud del pronóstico es RNA, los resultados se pueden apreciar en la figura 5.

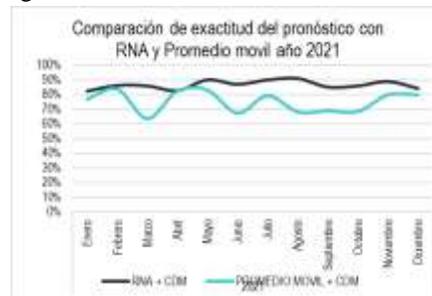


Figura 5. Comparación final de RNA y promedio móvil.

Presentación de la información

La presentación de la información se realizó mediante una gráfica comparativa de la venta real, en cada uno de los meses, contra el pronóstico RNA, la figura 6 ejemplifica los resultados.



Figura 6. Gráfica comparativa de la venta real contra el pronóstico RNA.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como propone Toro, Mejía y Salazar [1] un pronóstico de ventas es una técnica que permite calcular las proyecciones de ventas de una manera rápida y confiable, utilizando como fuentes de datos, ya sea las transacciones de inventarios o la facturación de ventas realizadas. En este trabajo se utilizó la facturación de las ventas como fuente de datos para poder obtener el pronóstico.

La estructura de RNA que se encontró muestra en general un buen desempeño; se destaca la estructura 2-15-9, con 2 entradas de información, 15 capas ocultas y 9 neuronas. Se puede observar que el porcentaje de precisión es el más alto y en el RMSE es el valor más bajo en la etapa de entrenamiento. Por lo que se concluye que tanto el número de neuronas de entrada como el número de neuronas ocultas tienen efectos significativos en la construcción de modelos RNA que concuerda con Zhang, Patuwo, y Hu [10]

Con los resultados obtenidos se destacan los siguientes puntos: 1- Es deseable incluir métodos de pronóstico tanto individuales como combinados con el fin de encontrar la mejor combinación de pronósticos en lugar de simplemente buscar el mejor individualmente. 2. Considerar el uso de pronósticos utilizando metodologías que incluyan tecnología como en este caso RNA, en lugar de métodos tradicionales. 3- Considerar más de una característica de los factores que influyen. Que coincide con las investigaciones de Ma & Fildes [7]

CONCLUSIONES

Generales

En este proyecto el buen resultado de la aplicación de redes neuronales artificiales para el uso de pronósticos de demanda demuestra su aplicabilidad.

Un punto importante para destacar es que esta investigación se llevó a cabo durante la crisis sanitaria por COVID-19 que hasta el día de la preparación de este artículo no se ha podido superar en su totalidad. En el sector de la construcción, que es donde se ubica

la industria del concreto, la contingencia sanitaria provocó un cambio significativo en las ventas, por lo que se concluye que probablemente a finales del año 2022 y comienzos del año 2023 se tenga una mayor estabilidad de los datos, como se presentaba antes de la contingencia, con lo que este proyecto puede ser aplicado nuevamente, con la probabilidad de conseguir mejores resultados.

Específicas

1. Datos. Cumplió con su objetivo ya que fue ideal para lo que se necesitaba y se pudo obtener de forma simple.
2. Base de datos. La base de datos que se armó fue lo suficientemente amplia para realizar las RNA.
3. Procesamiento. Cumplió con su objetivo ya que al realizarlo se mejoró la calidad de los datos.
4. RNA. Cumplió con su objetivo ya que se logró la codificación de una RNA funcional.
5. Programación. Cumplió ya que se logró armar el algoritmo para obtener un resultado.
6. Los resultados de la evaluación y pronóstico fueron superiores a los obtenidos por los métodos utilizados por la empresa.

Futuras líneas de investigación

1. Modificar la arquitectura propuesta contra otros modelos para ver mejoras en los resultados.
2. Agregar el concepto de Big Data y ciencia de datos para futuros análisis.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Toro Ocampo, E., Mejía Giraldo, D., Salazar Isaza & H. (2004). Pronóstico De Ventas Usando Redes Neuronales. Scientia Et Technica [En Línea]. [<https://doi.org/10.22517/23447214.7047>.]
- [2] Robert S. Pindyck & Daniel L. (2001). Rubinfeld Microeconomía. Alhambra.
- [3] Rodríguez Rivero, M (2016). Modelos no lineales de pronóstico de series temporales basados en inteligencia computacional para soporte en la toma de decisiones agrícolas. Tesis Doctoral. Universidad nacional de Córdoba.
- [4] Ospina Bolaños, D. (1987). Sistemas administrativos de producción y operaciones. Pereira,

UTP.

[5] Granger, C. W. & Terasvirta T. (1993). “Modelling Nonlinear Economic Relationships”. Oxford: Oxford University Pres.

[6] Hilera, J. Martínez, V. (1995). Redes Neuronales Artificiales; fundamentos modelos y aplicaciones. Rama Editorial.

[7] Ma, S. & Fildes, R. (2020). Retail sales forecasting with meta-learning. European Journal of Operational Research.

[8] Caja, O. (2020). Librería Python para el aprendizaje y la implementación de redes neuronales. Universidad Politécnica de Valencia.

[9] Freeman, J.A. & Skapura, D.M. (1991). Neural Networks: Algorithms, Applications and Programming Techniques. Addison-Wesley, Reading.

[10] Zhang, G.P., B.E. Patuwo, and M.Y. Hu. 2001. “A simulation study of artificial neural networks for nonlinear time-series forecasting”. Computers & Operations Research. 28(4), pp.381-396.

[11] Juan David Velásquez Henao. Acotación del error de modelos de redes neuronales aplicados al pronóstico de series de tiempo. UIS Ingenierías, Volumen 10, No. 1, págs. 65 – 71. junio 2011; Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, UIS.

[12] Cristian Rodríguez Rivero. Modelos no lineales de pronóstico de series temporales basados en inteligencia computacional para soporte en la toma de decisiones agrícolas. Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales. Diciembre 2006

[13] Jay Heizer. Barry Render. Principios de administración de operaciones. Séptima edición. 2009 págs. 108 – 109.

[14] Alireza Nazemi (2013) A stochastic reconstruction framework for analysis of water resource system vulnerability to climate-induced changes in river flow regime. [https://doi.org/10.1029/2012WR012755]

[15] Zhai, K., Jiang, N., Pedrycz, W. (2013) Cost prediction method based on an improved fuzzy model. The International Journal of Advanced Link. Volume 65, Issue 5 Manufacturing Technology. Springer8, pp 10451053.

[16] Villanueva E., M. (2002). Las Redes Neuronales

Artificiales y su Importancia como Herramienta en la Toma de Decisiones. Trabajo de Investigación Lic.) Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Matemáticas. EAP de Investigación Operativa.

ROL DE CONTRIBUCIÓN

ROL DE CONTRIBUCIÓN	AUTOR
Conceptualización Curación de datos Metodología Administración del Proyecto Software Redacción	Tania Guadalupe Ramos García
Conceptualización Metodología Administración del Proyecto Supervisión	Mirella Parada González
Conceptualización Validación	Ulises Martinez Contreras
Conceptualización Validación	Arturo Woocay Prieto
Conceptualización Visualización Redacción	Laura Silva Leyva

SISTEMA INTELIGENTE PARA LA MEJORA CONTINUA DE INSPECCIÓN VISUAL DE DAÑO EN AUTOPARTES EN LA INDUSTRIA

Janeth Yessenia Reyes Chávez¹, Humberto García Castellanos²,
Carlos Alberto Ochoa Ortiz³, David Díaz Murillo⁴

¹Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico Nacional de México, Ciudad Juárez Chihuahua México. janeth.reyes.chavez@hotmail.com , 656 3066312, Francisco Villa 32688.

²Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico Nacional de México, Ciudad Juárez Chihuahua México. humber.gc@itcj.edu.mx , 6562000812, Pakistán 32697.

³Doctorado en Tecnología Avanzada IPN, Doctorado en Tecnología, UACJ: alberto.ochoa@uacj.mx , 6561910662; Mariano Riva palacio #24, Colonia Del Lago 62470 en Cuernavaca, Morelos; México.

⁴Dibujo técnico. Colegio de Bachilleres plantel 7, Ciudad Juárez Chihuahua México. A1189377@alumnos.uacj.mx, 6566433946, José Mateos Torres 32584.

Resumen -- El siguiente artículo describe parte de la investigación que se está llevando a cabo dentro del Instituto Tecnológico Nacional de México campus Ciudad Juárez sobre el sensor de visión Keyence a través de la inspección visual de una etiqueta con código QR, donde se analiza la importancia de la tecnología dentro de la industria automotriz. El sensor Keyence tiene la capacidad de comparar imágenes en tiempo real en base a una imagen maestra e identifica los errores en un porcentaje de aceptación según sea cada imagen comparada. Con ello se está recabando información para determinar qué factores son importantes para una comparación de imágenes utilizando un sensor de visión. Se realizan pruebas de comparación de imágenes a través de un código QR en las cuales reducimos los factores y determinamos a través de la investigación cómo es posible obtener una imagen que sea aceptada por el sensor de visión. Actualmente se sigue trabajando en la investigación para poder enlistar los distintos factores que se atraviesan en la comparación de imágenes y podrían afectar en el resultado aun cuando utilizamos la inteligencia artificial. Si definimos los factores que afectan en la comparación de imágenes podremos obtener una imagen de mayor calidad y que sea aceptada por el sensor de visión aun porcentaje de excelencia y con ello sustentar que las herramientas utilizadas actualmente se desarrollan en base a investigaciones como la que se presenta en este artículo.

Palabras Clave -- Sistema inteligente, sensor de visión, inspección visual, inteligencia artificial, industria 4.0, redes neuronales.

Abstract -- The following article describes part of the research that is being carried out within the Instituto Tecnológico Nacional de México campus Ciudad Juárez on the Keyence vision sensor through the visual inspection of a label with a QR code, where the importance of the technology within the automotive industry. The Keyence sensor has the ability to compare images in real time based on a master image and identifies errors in an acceptance percentage based on each image compared. This is

gathering information to determine which factors are important for a comparison of images using a vision sensor. QR image comparison tests are underway in which we narrow down the factors and determine through research how it is possible to obtain an image that is accepted by the vision sensor. Research is currently being carried out to be able to list the different factors that are involved in the comparison of images and could affect the result even when we use artificial intelligence. If we define the factors that affect the comparison of images, we will be able to obtain a higher quality image that is accepted by the vision sensor, even a percentage of excellence, and thereby sustain that the tools currently used are developed based on research such as the one presented in this article.

Keywords – Intelligent system, vision sensor, visual inspection, artificial intelligence, industry 4.0, neural networks.

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz ha ido evolucionando con el paso del tiempo gracias a las exigencias del ser humano en cuanto a la comodidad y el lujo. Por lo tanto; la calidad de vida está cada vez al alcance de más personas.

Dentro de la exigencia de la demanda en cuanto a exactitud del diseño del producto nos encontramos aún con problemas al querer cubrir dicho requerimiento del cliente; como por ejemplo que una dimensión sea exacta o no salga de la tolerancia especificada; así como el color de la pintura de algún producto, la posición de piezas en un objeto, la comparación de cantidad de caracteres visibles en una etiqueta, entre otras especificaciones [1]. Por ello la industria automotriz se basa en sistemas de inspección visual automatizada que ayudan a comparar con cierta base de datos introducida en el

sistema contra el producto fabricado y ayuda a detectar ciertas inconsistencias en los mismos [2]. La mayoría de las empresas del área automotriz emplean dicho sistema de inspección sólo para requerimientos críticos del producto; detectando defectos para detenerlos a tiempo y no logren llegar a los clientes. Con ello logran minimizar los recursos que se tienen al alcance y pueden sostener a la empresa con un elevado nivel de calidad ante los clientes a través de un sistema de inspección visual automatizada que logre alcanzar el 100% de detección de defectos dentro del proceso de fabricación.

A lo largo del tiempo los seres humanos hemos buscado la forma de facilitar el trabajo y con ello hemos obtenido sistemas inteligentes que se asemejan a la de un ser humano y con ello nos lleva a poder desarrollar por ejemplo actividades imposibles para la capacidad del ser humano. La inspección visual; por ejemplo, es un punto importante para la industria automotriz, donde los defectos podrían salirse de la compañía y llegarían hasta el cliente. Siendo un castigo para la compañía encontrar una solución sin inversión de herramientas tecnológicas, como lo son los sensores de visión. Los sensores de visión han ayudado a grandes compañías a reemplazar seres humanos donde es precisa la inspección y rechaza las piezas que no están fabricadas de acuerdo a la especificación.

Actualmente debemos apostarle a la tecnología ya que nos ahorra tiempo, dinero y somos más atractivos hacia nuevos clientes asegurando la calidad de los productos.

En la siguiente investigación aplicaremos el sistema de inspección visual Keyence, donde pretendemos analizar e investigar determinando los posibles factores que afectan a la comparación de imágenes en un sensor y como los podemos reducir para tener una imagen realmente igual a la que está cargada en nuestra base de datos. Dentro del Instituto Tecnológico Nacional de Cd. Juárez se montará un flujo de inspección de una etiqueta generada a través de código QR. Durante el flujo se implementaran puntos de inspección que ayuden a detectar los defectos de posición incorrecta, nitidez del producto, diferencia del tamaño y posible daño en el producto; siendo que se pueda segregar gracias a la implementación de redes neuronales pretendiendo la mayor exactitud al inspeccionar cada pieza.

Con ello se pretende que las industrias apliquen e inviertan en la tecnología desarrollada hoy en día para facilitar el trabajo e incrementar la productividad y con ello aplicando la mejora continua dentro de sus procesos.



Figura 1. Inspección con sensor visual Keyence.

DESARROLLO

Descripción del problema

Las empresas manufactureras enfrentan problemas de detección de defectos que son difíciles de percibir por el ojo humano como por ejemplo diferenciar el correcto acabado de una pintura sobre una pieza, la posición de piezas en un objeto, la comparación de cantidad de caracteres visibles en una etiqueta, entre otras propuesta. Se describen claramente los resultados. Debe de especificar: participantes, diseño, instrumento (s) utilizado (s) y el procedimiento.

Especificaciones [1]. Con ello la industria manufacturera ha recurrido a buscar sistemas inteligentes dentro de las estaciones de inspección visual donde se reemplaza la mano de obra por un sistema computarizado. Pero aún se requieren mejoras dentro de estos mismos sistemas de inspección visual ya que se desea lograr disminuir los defectos que aún no logran desarrollar este software [3].

Es por ello que se pretende utilizar una inteligencia artificial dentro de un sistema de inspección visual y cuente con el correcto criterio para aceptar y rechazar piezas.

En el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez se busca desarrollar una estación de simulación con un sistema de inspección visual Keyence para la

detección de defectos a través de una etiqueta general con el código QR que contendrá el nombre de esta investigación, siendo que el mismo sistema de inteligencia artificial tendrá como base los posibles defectos de posición incorrecta, falta de nitidez en el producto, posible daño en la etiqueta y tamaño incorrecto.



Figura 2. Inspección de una pieza con vernier digital.

Preguntas de investigación

- ¿El sistema de inspección con inteligencia artificial puede detectar con mayor facilidad defectos en los productos?
- ¿Se podrá disminuir la cantidad de piezas buenas que son detectadas como falsos defectos a través de un sistema de inspección con inteligencia artificial?

Hipótesis de investigación

- Hipótesis 1: El sistema de inspección con inteligencia artificial puede detectar los defectos de las piezas.
- Hipótesis 2: Se disminuye la cantidad de productos buenos que son detectados como falsos defectos dentro del sistema de inspección con inteligencia artificial.



Figura 3. Formulación de hipótesis.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

El objetivo general del proyecto de investigación es sustentar la información sobre los sensores con

inteligencia artificial a través de la creación de una simulación de una estación de inspección visual y poder cumplir con los criterios solicitados donde el sistema tomará la decisión correcta desde una base de datos y eliminar el criterio humano a fin de poder detectar falsos defectos al momento de inspeccionar las piezas a través del sistema de sensor Keyence en la simulación de productos con códigos QR.

Objetivos específicos

- Incrementar la productividad aplicando la inteligencia artificial con el sistema de sensor visual Keyence en la simulación de inspección visual reemplazando el criterio de un ser humano.
- Aplicar la mejora continua dentro de un sistema de inspección visual para la reducción de falsos rechazos en el mismo.

Justificación de investigación

El proyecto de investigación busca sistematizar una base de datos dentro de la inteligencia artificial capaz de simular un criterio más amplio que del ser humano y que logre reducir la detección de falsos defectos en la simulación de inspección visual de las etiquetas correctas generadas con el código QR. Siendo que se disminuirán los defectos en la estación de inspección visual con el sistema Keyence y la inteligencia artificial.

Dentro de la industria automotriz este simulador de inteligencia artificial y sistema de inspección visual Keyence dará un gran paso a la mejora continua dentro del proceso de inspección. Ayudando a reducir los tiempos de inspección, mejorando el criterio de aceptación o rechazo e incrementando las piezas inspeccionadas

Delimitación

El siguiente proyecto de investigación se llevará a cabo dentro del laboratorio de Posgrado del Instituto Tecnológico Nacional de Cd. Juárez; donde se pretende realizar una simulación de una estación de inspección visual donde se verificará etiquetas generadas con el sistema QR, las cuales deberán de cumplir con ciertas características específicas que serán introducidos en la red del sensor y se hará la comparación con dicho sistema de inspección visual Keyence simulando ser el criterio amplificado para aceptar o rechazar las etiquetas QR generadas.

Industria 4.0

La industria 4.0 se refiere a que “la ciencia debe

fabricar maquinas que hagan cosas que requerirían inteligencia si las hiciera un humano”. También es conocida como el internet de las cosas (Internet of Things, IoT), la fábrica inteligente o el internet industrial. Donde podemos transformar un proceso de forma digital, siendo parte de la historia de la revolución industrial en la actualidad [4].



Figura 4. Industria 4.0 IoT el internet de las cosas.

Inteligencia artificial (IA)

La inteligencia artificial (IA) es ya un concepto que se atribuye gracias a la industria 4.0 donde se fuerza al humano a crear maquinaria capaz de realizar actividades que son complicadas para él mismo o en sí que son riesgosas. La inteligencia artificial no podría evolucionar si no es gracias también al tema de las redes neurales, donde es una solución al reemplazo de los seres humanos. Tratando de automatizar todo proceso que se lleve a cabo y sea en un tiempo óptimo [5].



Figura 5. La IA como reemplazo en actividades humanas.

Es tanto el interés de los investigadores el querer dar a conocer que la inteligencia artificial pueda tomar por decirlo así “vida propia” ya que se basa en un auto aprendizaje de lo que uno como ser humano programa a la máquina y la alimenta de información. Por lo cual debemos cuidar como es que entrenamos a dichas maquinas; ya que pueden ser los principales inicios a que puedan deducir y tomar decisiones por ellas mismas [6]. Sin embargo no podemos acreditar que estas mismas maquinas tomen conciencia por si solas;

ya que son un objeto y no un humano.



Figura 6. La IA como parte del desarrollo de armas militares.

Redes neuronales

Las redes neuronales se comprenden como un modelo matemático compuesto por diversos números que pretenden crear redes interconectadas con una organización jerárquica de las cuales se pretende interactuar con objetos del mundo real del mismo modo como si fuese un sistema nervioso biológico [7].



Figura 7. Las redes neuronales interconectadas un algoritmo en base a números.

Dentro de las ventajas que ofrece la creación de un sistema de redes neuronales es que son capaces de aprender de la experiencia, abstraer características esenciales a partir de entradas (inputs) y salidas (outputs) donde se presenta información a utilizar como un aprendizaje adaptativo que consiste en aprender tareas en base a entrenamiento o experiencia inicial, también es posible que se auto organicen dentro de la información que recibe, aún si se cuenta con daños en las redes neuronales una parte de su capacidad de aprendizaje logra retener información a través del hardware.

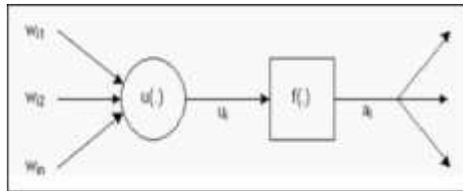


Figura 8. Diseño de entradas (w_i) y salidas (a_i) a respuesta en una red neuronal artificial comparada al del ser humano.

Inspección visual artificial

La inspección visual artificial es la combinación de un software y hardware que se guían a través de un sistema operativo para la captación y procesamiento de imágenes. También es conocido como visión de máquina o visión computacional donde extrae información del mundo real presentado y la compara a través de imágenes utilizando como herramienta una computadora especializada [8].



Figura 9. Ejemplo de un sistema de inspección visual artificial de modo automático.

Gracias a la intervención de la inspección visual artificial podemos decir que garantizamos la entrega de productos con calidad. Ya que las máquinas hoy en día tienen autoconciencia a través de algoritmos y retención de imágenes y con ello es útil tener un aprendizaje continuo de la máquina y puedan tomar decisiones en base a lo que se requiere de acuerdo para lo que se programó de una forma más efectiva [9].



Figura 10. Ejemplo de programación de un sistema de inspección visual.

Es por ello que se debe impulsar al uso de la tecnología dentro de las empresas y por ende en los sistemas educativos para que las personas conozcan

de esta maravillosa herramienta que puede facilitar tareas ya sea dentro de la producción en masa o como una herramienta didáctica para que los alumnos conozcan el algoritmo como por ejemplo el que maneja Keyence [10].



Figura 11. Sensor de visión IV Keyence.

Sensor de visión serie IV/IV-H (Keyence)

El sensor de visión serie IV/IV-H de la marca Keyence es un sensor que a través de imágenes maestras compara en tiempo real la detección de alguna diferencia contra los productos inspeccionados [11].



Figura 12. Sensor de visión serie IV/IV-H (Keyence).

El sensor de visión serie IV será el sensor de visión principal para el desarrollo de esta investigación, de igual forma se adquiere el software serie IV (IV-Navigator IV-H1) directo de la página oficial de Keyence [12].



Figura 13. Software serie IV (IV-Navigator IV-H1).

Todo el material impreso, incluyendo el texto, las ilustraciones, y los gráficos, se deben mantener dentro

de un área de impresión de 17,5 cm ancho por 23 cm alto. No escriba, nada fuera del área de impresión.

Materiales

Para realizar la investigación en un principio se utilizó una figura de legos en forma de camión, sin embargo se nos presentó que el sensor tiene un rango de visión demasiado pequeño en comparación del tamaño del camión de legos, por ello se procedió tomar medidas de las distancias donde mejoraría la visión del mismo contra la imagen maestra, sin embargo no se obtuvo éxito, debido a que este sensor utilizado dentro de la Institución es para inspeccionar objetos pequeños y a detalle como por ejemplo etiquetas.



Figura 14. Sensor de visión comparando el camión de legos.

Con ello se procedió a realizar un cambio en el producto de investigación, sin embargo no se limita a solo inspeccionar etiquetas; siendo que se utilizaron 11 piezas de barras de madera de 2x2x4 pulgadas cada uno. Se le colocó a cada uno de ella un código de barras en el cual contenía información acerca del título de esta misma investigación. Siendo que 10 de los mismos tapamos una parte del código de barras lo cuales los definimos como piezas defectuosas “No pasa”, en camino una pieza era la maestra es definida como buena “Pasa”. Así como nuestro sensor de visión serie IV/IV-H (Keyence) y una pantalla plasma de 40”.

Con ello se tomaron medidas en la distancia del sensor contra la base de las barras de madera para crear la imagen maestra y cargarla al sistema. Marcando el área de la base para tener una mejor precisión.



Figura 15. Piezas fabricadas con madera y con código QR.



Figura 16. QR maestro.



Figura 17. Sensor de visión serie IV/IV-H (Keyence).

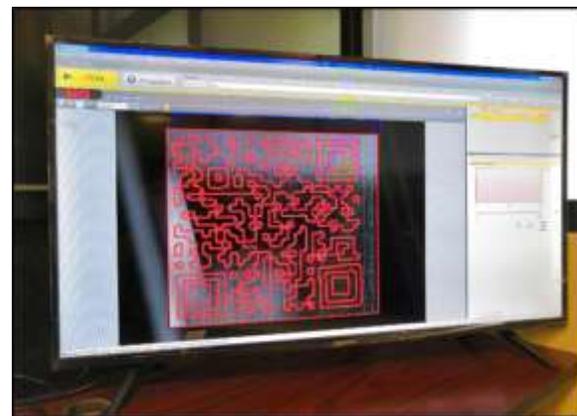


Figura 18. Pantalla de inspección.

Métodos

Se procede a abrir el programa y ejecutarlo. Una vez iniciado el mismo colocamos una de nuestras piezas en la posición fijada en la mesa de inspección de forma central.

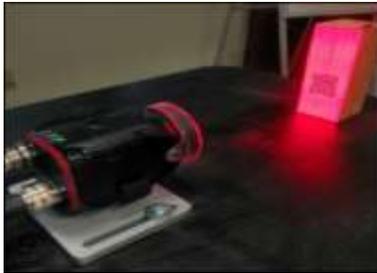


Figura 19. *Pieza centrada en la mesa inspección.*

Una vez centrada la pieza a inspeccionar nos vamos a nuestro software “IV-Navigator”. Se inspecciona pieza por pieza para comparar el código QR maestro contra las demás piezas, lo cual tendremos el resultado en el software de “Pasa” o “No pasa”.



Figura 20. *Inspección de pieza por pieza a través del sensor de visión serie IV/IV-H.*

Nuestro laboratorio cuenta con una pantalla plasma de 40 pulgadas en la cual se puede ver a detalle la inspección con el cual sabremos en nivel de porcentaje de coincidencia en caracteres que tiene cada código QR con la pieza maestra que subimos en la base de datos.



Figura 21. *Inspección de pieza maestra detectada como buena “OK”.*

Sin embargo, al querer obtener resultados con la inspección del código QR, se nos presentó que no estaban centradas y por ende procedimos reducir nuestra variabilidad colocando escuadras a nivel de la posición del sensor de inspección y que lograra una nitidez del objetivo.



Figura 22. *Reducción de variabilidad de inspección.*

Una vez realizado este cambio se procedió nuevamente a realizar nuevas inspecciones en las piezas, las cuales quedaban de forma centrada y logrando obtener los resultados deseados de cada criterio por inspección de QR.



Figura 23. *Proceso de inspección de la imagen después de la reducción de variabilidad.*

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con la anterior investigación podemos dar un avance más a la tecnología que nos rodea y con ello podemos desarrollar varias herramientas que nos ayudan a las tareas diarias y dentro de la industria para poder facilitar el trabajo y entregar lo medible sin errores, así como un posible cambio dentro de la industria automotriz a poder apegarse a la tecnología que nos exige cada vez mayores conocimientos de aplicación.

De acuerdo con Aponte A., podemos deducir que los

sensores de visión son una gran herramienta que nos ayuda a facilitar las tareas difíciles de detectar por el ojo humano [8].

Existen demasiadas aplicaciones dentro de estas tecnologías; pero son muy poco reconocidas, ya que es una tecnología compleja de manejar para transformar el lenguaje de la máquina y lograr realizarlo como si estuviese realizando la tarea un ser humano [13].

Por lo cual estamos de desacuerdo con los dos autores anteriores, sin embargo existen demasiadas compañías que se dedican a fabricar y desarrollar nuevas tecnologías para satisfacer las necesidades de los clientes, como por ejemplo Keyence.

Keyence desarrolla sistemas y productos en base a la necesidad de sus clientes con una atención personalizada y puede unir los lenguajes que sean comunes entre los sistemas, en este caso en el sistema de visión.

A pesar de ser líder en el mercado de la tecnología, también es considerado el creador de lenguajes que entiende la máquina en base a la necesidad del cliente y con ello podemos reducir aun mayormente la posibilidad de errores al momento de comparar imágenes en tiempo real [10].

Uno de los logros dentro de Keyence es mejorar la trazabilidad a través de la lectura de diferentes códigos como por ejemplo para identificar los números de parte en cada pieza y así poder aumentar el control de las piezas dañadas. Por lo que para la industria automotriz tiene gran impacto dentro del área de calidad ya que llevan un registro de forma estadística donde facilita la obtención de datos de cada pieza producida y es enviada al cliente [14].

Con el paso del tiempo Keyence ha desarrollado sistemas de inspección visual 2D, 3D y cámaras de alta velocidad, estos sistemas le agregan un valor al producto inspeccionado; ya que cuentan con diferentes características cada uno de ellos, como lo son las luces que los integran, la calidad de la imagen en megapíxeles donde estas mismas varían de acuerdo al modelo. Realizan comparaciones de acuerdo al software y el auto-aprendizaje que se desarrolla en cada inspección y logran retener información para poder detectar productos no conformes [15].

Es por ello que debemos ahondar en el tema de investigación y poder determinar que otros factores son los que afectan el sistema de inspección visual y con ello ayudar a más industrias a erradicarlos o en su base poder manejar la situación y tenerla bajo control sobre mejoras en el proceso. Como lo son las especificaciones del sensor, especificaciones del producto a revisar, distancia de instalación del sistema de visión, calidad de la imagen del sistema de visión, conexión a un sistema de red con imagen continua, entre otros factores que se aún se seguirán investigando y por ende se busca apoyar a eliminar los mismos.

CONCLUSIONES

Actualmente seguimos trabajando en la investigación, desarrollo y recopilación de evidencia para poder responder nuestras preguntas e hipótesis de investigación. Así como el interactuar con inteligencia artificial dentro del Instituto Tecnológico Nacional de Cd. Juárez y sustentar que cada día la tecnología nos exige mayor conocimiento.

Para futuras investigaciones dentro de la Institución o ajena a la misma, debemos de considerar los factores que estamos tomando en cuenta en esta investigación para poder mejorar las tecnologías venideras y basarnos en cómo desarrollar procesos de alta calidad que detecten hasta la más mínima diferencia en la comparación de imágenes a través de los sensores de visión.

Se recomienda utilizar la misma investigación para futuros proyectos que especifiquen la utilización de sensores de visión y eliminar los factores que encontremos en dicha investigación; ya que es posible que afecten en la detección y comparación de imágenes.

Las compañías creadoras de tecnología también deberán de considerar esta investigación, ya que pueden detectar un error en sus sistemas y podrán mejorarlo en la siguiente versión de sus productos, creando conciencia de que el error no está en el desarrollo, si no al no probarlo correctamente y ver más allá de la necesidad del cliente.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi tutor el Dr. Humberto García Castellanos que siempre estuvo apoyándome para poder desarrollar el proyecto y ser mi mentor. Al Dr.

Carlos Alberto Ochoa Ortiz y su estudiante David Díaz Murillo por su gran apoyo en la programación del software para mi investigación y su aportación. Al Maestro Rafael Aguirre por su completo apoyo al otorgarnos y facilitarnos el sensor de inspección visual Keyence dentro del laboratorio de Posgrado. Así como a Milpa Alta que hizo posible la publicación de la investigación para poder compartirla públicamente en el mundo del conocimiento.

A cada uno de ellos les agradezco infinitamente y sabrán que cuentan conmigo; siempre les estaré agradecida por todo lo que hicieron.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Jaramillo Ortiz, A., Jiménez, R., & Ramos, O. L. (2014). Inspección de calidad para un sistema de producción industrial basado en el procesamiento de imágenes. *Tecnura*, 18(41), 76-90.

[2] Cognex. (2022). QUÉ ES LA VISIÓN ARTIFICIAL. Retrieved from <https://www.cognex.com/es-mx/what-is/machine-vision/what-is-machine-vision>

[3] Galán, H., & Martínez, A. (1998). Inteligencia artificial. *Redes neuronales y aplicaciones*. Carlos III Madrid.

[4] Calatayud, A., & Katz, R. (2019). Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina (Vol. 744): Inter-American Development Bank.

[5] Kuric, I., Klarák, J., Bulej, V., Sága, M., Kandra, M., Hajdučík, A., & Tucki, K. (2022). Approach to Automated Visual Inspection of Objects Based on Artificial Intelligence. *Applied Sciences*, 12(2), 864.

[6] Rabiza, M. (2022). Point and Network Notions of Artificial Intelligence Agency. Paper presented at the Proceedings.

[7] Bowen, A. M., Telemática, I., & Asensio, H. G. Inteligencia artificial. *Redes neuronales y aplicaciones*.

[8] Aponte, A. (2012). Aplicación de técnicas de visión artificial para la inspección visual de recubrimiento de cable. (Maestría en Ingeniería: Ingeniería de Sistemas). Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ingenierías Santiago de Cali, Santiago de Cali. Retrieved from https://www.hbenitez.org/Students_files/monografia.pdf

[9] Benbarrad, T., Salhaoui, M., Kenitar, S. B., & Arioua, M. (2021). Intelligent machine vision model for defective product inspection based on machine learning. *Journal of Sensor and Actuator Networks*,

10(1), 7.

[10] Keyence. (2021a). Sistema de medición dimensional de imágenes Serie IM-8000. In.

[11] Keyence. (2021b). Serie VR-6000 Perfilómetro Óptico 3D. In.

[12] Keyence. (2022). IV-Navigator (IV-H1) Software. In.

[13] Selmaier, A., Kunz, D., Kisskalt, D., Benaziz, M., Fürst, J., & Franke, J. (2022). Artificial Intelligence-Based Assistance System for Visual Inspection of X-ray Scatter Grids. *Sensors*, 22(3), 811.

[14] Keyence. (2017). Soluciones de Trazabilidad para las Industrias Automotriz y de Autopartes. In.

[15] Keyence. (2019). Sistema de visión multidimensional Serie CV-X/XG-X. In.

ROL DE CONTRIBUCIÓN

ROL DE CONTRIBUCIÓN	DEFINICIÓN (SOLO PONER NOMBRE DEL AUTOR)
Conceptualización-Principal	Humberto García Castellanos
Conceptualización-Apoya	Janeth Yessenia Reyes Chávez
Conceptualización-Apoya	Carlos Alberto Ochoa Ortiz
Conceptualización-Apoya	David Díaz Murillo
Curación de datos	Janeth Yessenia Reyes Chávez
Metodología	Humberto García Castellanos
Administración del proyecto	Humberto García Castellanos
Recursos - Principal	Humberto García Castellanos
Recursos - Apoya	Carlos Alberto Ochoa Ortiz
Software	David Díaz Murillo
Supervisión	Janeth Yessenia Reyes Chávez
Validación	Humberto García Castellanos
Visualización	Janeth Yessenia Reyes Chávez
Redacción - Borrador original	Janeth Yessenia Reyes Chávez
Redacción – Revisión y edición	Janeth Yessenia Reyes Chávez

MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE RESISTENCIAS DE VIDRIO

María Concepción Fuentes Morales¹, René Saucedo Silva², Alejandra Herrera Chew³,
Ma. Dolores Arroyo Mendoza⁴, Esperanza Ibarra Estrada⁵

¹Maestro en ciencias en Ingeniería Industrial, maría.fm@itcj.edu.mx. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Departamento de Ciencias Básicas, Avenida Tecnológico, 1340, Fuentes del Valle, C.P. 32300, Cd. Juárez Chihuahua México, teléfono 6566882500.

²Maestro ciencias en matemática educativa, resa6314@hotmail.com. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Departamento de Ciencias Básicas, Avenida Tecnológico, 1340, Fuentes del Valle, C.P. 32300, Cd. Juárez Chihuahua México, teléfono 6566882500.

³Maestro en ciencias en matemática educativa, aherrera@itcj.edu.mx. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Departamento de Ciencias Básicas, Avenida Tecnológico, 1340, Fuentes del Valle, C.P. 32300, Cd. Juárez Chihuahua México, teléfono 6566882500.

⁴Ingeniero químico Industrial, ma.am@cdjuarez.tecnm.mx. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Departamento de Ciencias Básicas, Avenida Tecnológico, 1340, Fuentes del Valle, C.P. 32300, Cd. Juárez Chihuahua México, teléfono 6566882500.

⁵Maestro en Ingeniería Industrial, eibarra@itcj.edu.mx. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Departamento de Ciencias Básicas, Avenida Tecnológico, 1340, Fuentes del Valle, C.P. 32300, Cd. Juárez Chihuahua México, teléfono 6566882500.

Resumen – Un ramo importante de las empresas maquiladoras y que ha causado un alto crecimiento es el área línea blanca; electrodomésticos que se caracterizan por dar un servicio integral con la calidad que satisface a sus clientes. Todos los electrodomésticos, se pueden considerar como resistencias de vidrio y con alta demanda, por ello se requiere eficientar los procesos buscando optimizar las áreas de producción reduciendo costos de operación menciona W. Nievel Benjamín, Freivalds Andris. 2004 [1]. El proyecto fue realizado en una empresa de fabricación de diversos productos electrodomésticos específicamente en el área de encabezado de vidrio (GLASS HEATERS); que se dedica al ensamblaje y otras operaciones. Este proyecto está enfocado a mejorar la productividad en dicha área con la implementación de técnicas de ingeniería como balanceo de operaciones y diseñando estaciones de trabajo adecuadas al proceso, logrando mejorar el método de fabricación con un resultado de reducción el flujo del proceso en un 22 %, equivalente a 695 ft² de área reducida al eliminar recorridos innecesarios; Se obtuvo el 65% de ahorro de personal siendo de 31 a 20 personas solamente, desapareciendo operaciones repetitivas. El tiempo de ciclo se redujo 1.54 hrs. equivalente a 1276 piezas más de producción. Todos estos ahorros elevan la eficiencia y productividad del proceso en dicha área, reduciendo los costos de fabricación cumpliendo en tiempo y forma a las demandas de los clientes declara W. Niebel Benjamín. 1996 [1].

Palabras Clave - resistencias, proceso, productividad, efectividad, mejora de proceso.

Abstract -- An important branch of the maquiladora companies and that has caused a high growth is the white line area; appliances that are characterized by providing a comprehensive service with the quality that satisfies its customers. All appliances can be considered as glass resistors and with high demand, therefore it is necessary to streamline processes seeking to optimize production areas by reducing operating costs mentions W. Nievel Benjamín, Freivalds Andris [1]. The project was carried out in a company that manufactures various electrical appliance products, specifically in the area of glass headers (GLASS HEATERS); engaged in assembly and other operations. This project is focused on improving productivity in this area with the implementation of engineering techniques such as balancing operations and designing workstations suitable for the process, managing to improve the manufacturing method with a result of reducing the process flow by 22%. equivalent to 695 square feet of reduced area by eliminating unnecessary walks; A 65% saving in personnel was obtained, with only 31 to 20 people, eliminating repetitive operations. Cycle time was reduced by 1.54 hrs. equivalent to 1276 more production pieces. All these savings increase the efficiency and productivity of the process in this area, reducing manufacturing costs, meeting customer demands in a timely manner, declares W. Niebel Benjamín. 1996 [1].

Keywords – Injection molding, resin, Preventive maintenance, reduction, loss.

INTRODUCCIÓN

Los mercados son tan amplios y crecen con tal rapidez que lo importante es producir la mayor cantidad posible cuidando la calidad del producto, señala Gabriel Baca et. al., [8].

Es necesario diseñar, construir e implementar procesos y sistemas para satisfacer las necesidades emergentes generando soluciones basadas en la creatividad, innovación y mejora continua de los procesos industriales menciona Reyes Aguilar,[7].

Es por ello que el objetivo de este proyecto es mejorar el proceso, reducir el tiempo del mismo para acortar los plazos de entrega, obteniendo más capacidad y servir a los clientes y a la par reduciendo costos internos.

Actualmente la empresa ELECTRO COMPONENTES DE MEXICO cuenta con una amplia área en piso para manufacturar gran variedad de productos. El proyecto se desarrolla especialmente en el área de glass heaters que se dedica al ensamblaje y otras operaciones para la elaboración de resistencias de productos electrónicos; Esta área, ejerce un gran impacto en la productividad afectando el cumplimiento a tiempo de los requerimientos de los clientes constantemente y por consecuencia a un costo superior a lo planeado. Los problemas que se presentan en el área son: mala distribución de las áreas de trabajo, recorridos muy largos de estación a estación, cargas de trabajo desequilibradas y estaciones de trabajo inadecuadas por lo que se ve la necesidad de realizar un estudio y poner en práctica varias técnicas de manufactura e ingeniería tales como: Tiempos y movimientos (Yamazumis), balanceo de las operaciones, y distribución de planta, para que proporcionen soluciones que mejore la productividad en el área de glass heaters. Las actividades que se realizaron son: balanceo de las operaciones del proceso de fabricación, reducción del flujo del proceso, diseño de estaciones de trabajo adecuadas y del método de fabricación.

Una vez mejorando la productividad, por consecuencia se cumple a tiempo con los requerimientos de los clientes además de una cantidad de ahorros. afirma Walpole, R. Myers, R. Myers, [5].

Los resultados de este proyecto fueron: reducción del flujo del proceso de 1.54 hrs. que representa 1276

pzas. más de producción con 11 operadores menos; además de la reducción de área en un 22%, equivalente a 695 ft².

DESARROLLO

Situación actual

Jim Lesko, [9] Menciona que la única manera de diagnosticar el estado de la empresa industrial a partir de su gestión es desde la observación con detalle de sus tareas productivas. Como primer paso se realizó la definición de área (Lay Out) de glass heaters en su totalidad, ya que se encontraba incompleto para definir las áreas de trabajo y equipo. Ver fig. 1.

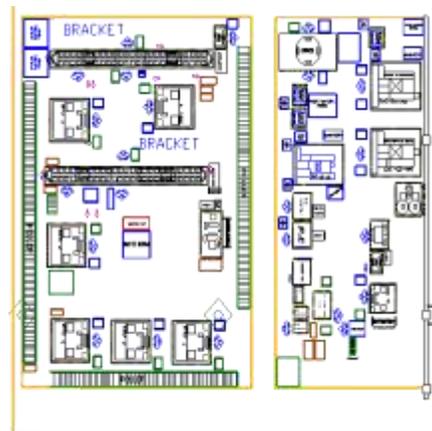


Figura 1. Diseño la distribución de área general (Lay Out) del área de Glass Heaters.

Así mismo se realizó un análisis donde se dividió el área en cinco celdas de trabajo previamente identificadas para una mejor visualización y organización de trabajo especializándose en productos específicos. figura 2.

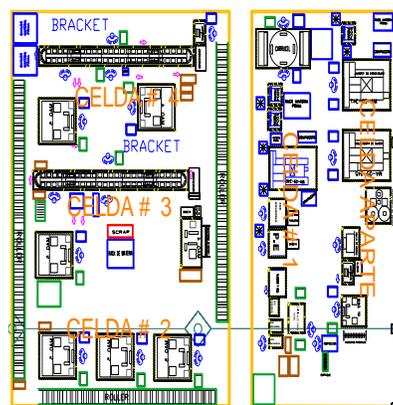


Figura 2. Área dividida en celdas de producción.

Diagrama de recorrido

Se describió el flujo del proceso de cada una de las celdas de producción con el fin de obtener una mejor visión de los recorridos que realiza el operador en la realización de las operaciones asignadas, estos recorridos son considerados desde la obtención de la materia prima al inicio de la celda hasta el área de empaque del producto terminado.

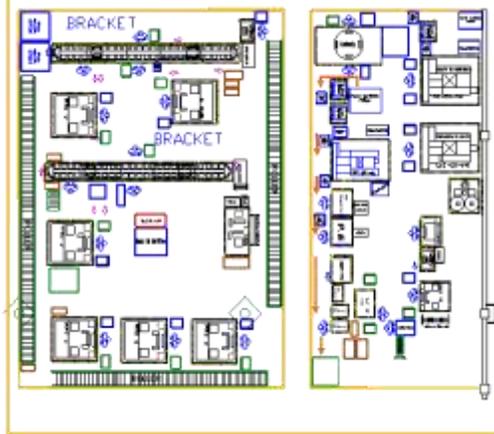


Figura 3. Diagrama de recorrido celda # 1.

Dentro de este diagrama de recorrido, muestra la figura 3 los pasos que cada operador de producción realiza dentro de la elaboración de resistencia de vidrio descrito de la siguiente manera:

1. Toma material de rack de materia prima y elabora prensado manual,
- 2.- Moldeo,
- 3.- Prueba eléctrica,
- 4.- Tape y moño al arnés,
- 5.- Ensamble, inspección final y empaque

En la figura 4, celda # 2 se observa el recorrido del operador de producción, demostrando así tener una tendencia estable por ser pocos los pasos para la elaboración del producto; Se puede identificar que existen recorridos muy frecuentes y estaciones de trabajo muy alejadas una de otra que consumen un tiempo grande de operación y provoca fatiga y distracción del operador. Esto indica que es un área de oportunidad para implementar una mejora al flujo del proceso.

Las actividades de los operadores de producción son: 1. Ensamblar vidrio a resistencia. 2. Soldado, 3. Inspección y empaque.

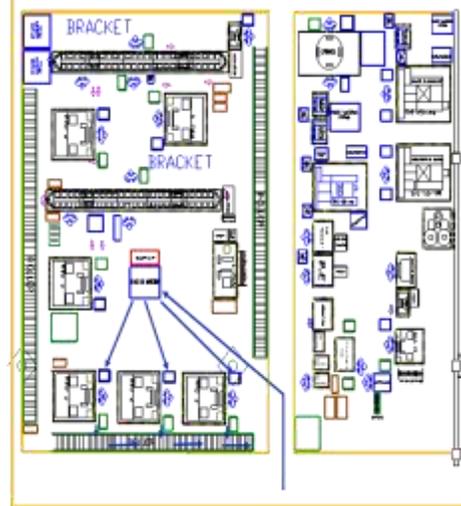


Figura 4. Diagrama de recorrido celda # 2.

Dentro del diagrama de recorrido de la celda de producción # 3 se observa una tendencia poco estable ya que demuestra que es posible realizar un cambio dentro de la elaboración del producto. ver figura 5.

Las operaciones que se realizan dentro de la celda de producción son las siguientes:

1. Ensamblar vidrio a resistencia,
2. Soldado,
3. Ensamble de freno (bracket),
4. Ensamble de vidrio.
- 5.- Inspección y empaque.



Figura 5. Diagrama de recorrido celda # 3.

En la celda número 4 figura 6, nuevamente se encontró que existe un gran desperdicio de tiempo debido a las distancias que recorre el operador de producción en la elaboración del producto, esto identifica una necesidad de mejorar el flujo de producción para mejorar la productividad y disminuir el esfuerzo de los operadores de producción lo marca W. Nievel B, [4].

Las operaciones que se realizan dentro de la celda de producción son las siguientes:

- 1.- Ensamblar vidrio a resistencia.
- 2.- Soldado.
- 3.- Transporte de material.
- 4.- Ensamble de vidrio.
- 5.- Prueba eléctrica.
- 6.- Elaboración de instructivos.
- 7.- Inspección y empaque.

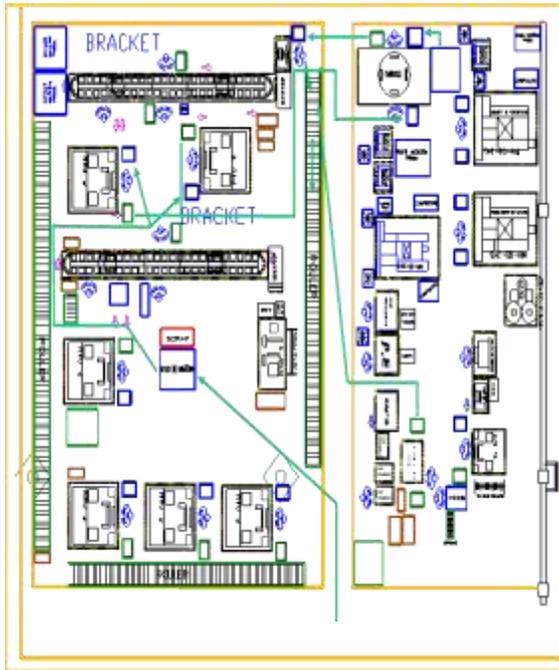


Figura 6. Diagrama de recorrido celda # 4.

En la figura 7 celda 5, muestra la necesidad de disminuir la distancia de operación tal como lo marcan las flechas del amplio recorrido entre operaciones: 1. Prensado, 2. Moldeo, 3. Moldeo. 4. Prueba eléctrica, 6. Soldado, 7. Inspección y empaque.

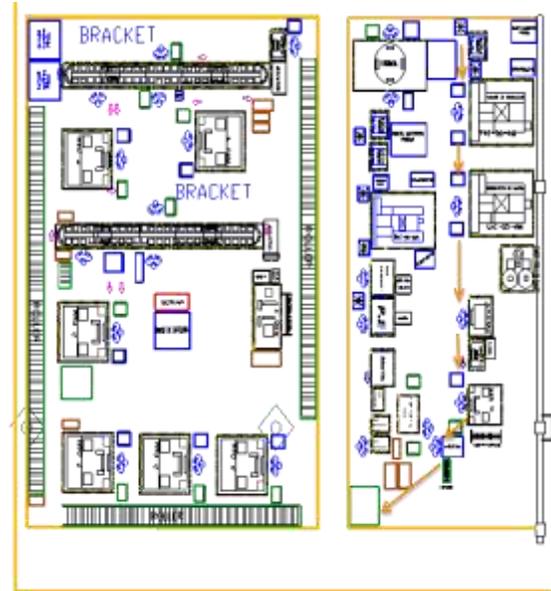


Figura 7. Diagrama de recorrido celda # 5.

Identificación de números de parte.

García Criollo Roberto [2] menciona que el objetivo de ver el impacto que causa reducir las distancias entre las operaciones en cada una de las celdas, se revisan el volumen y los números de parte a correr. .

Como se puede observar el volumen en cada una de las celdas para trabajar va desde 400 piezas hasta 5800 piezas por turno según número de parte a trabajar.

Diagramas de flujo.

Aguaded Gómez [11], menciona que el siguiente paso en el estudio de métodos y tiempos será ver como se describe las actividades en pequeñas operaciones y descomponiéndola y cronometrándolas. Por tal motivo se realizaron los diagramas de flujo del proceso en cada una de las celdas, describiendo las actividades de cada operador de producción, considerando cada uno de los números de parte que se procesan en estas áreas. Ver figuras 8, 9, 10 11 y 12.

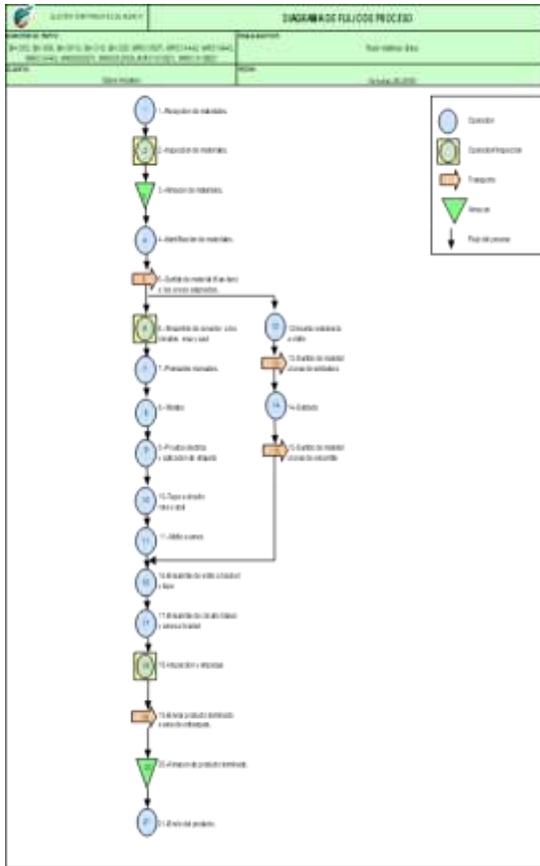


Figura 8. Diagrama de flujo de proceso celda # 1.

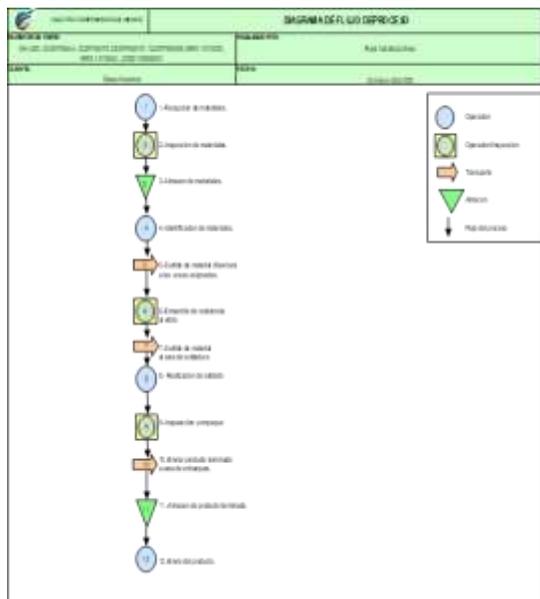


Figura 9. Diagrama de flujo de proceso celda #2.

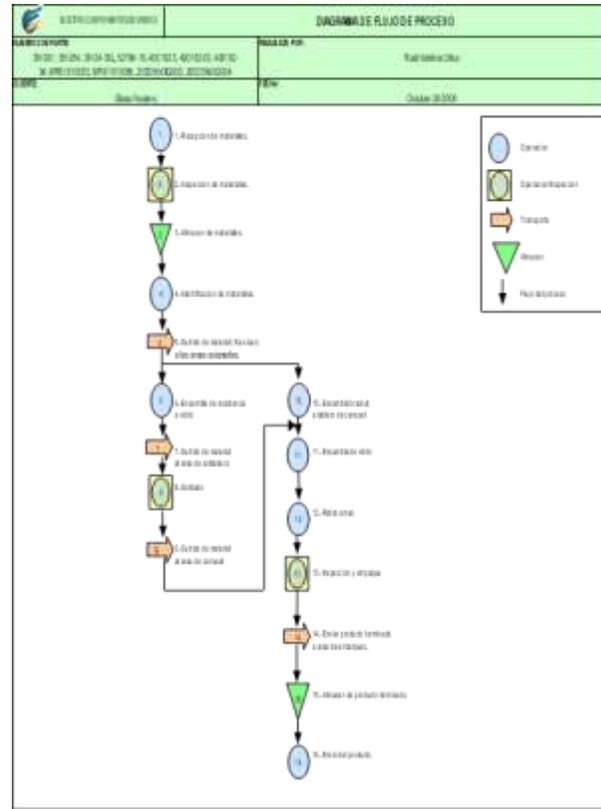


Figura 10. Diagrama de flujo de proceso celda # 3.

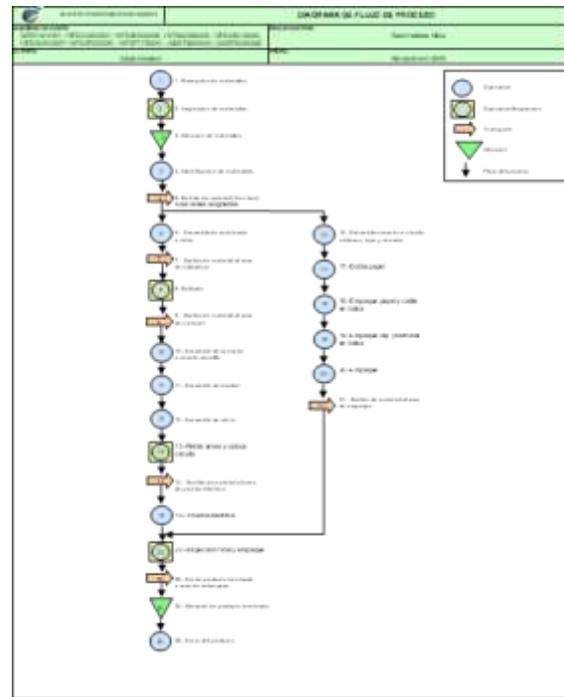


Figura 11. Diagrama de flujo de proceso celda # 4.

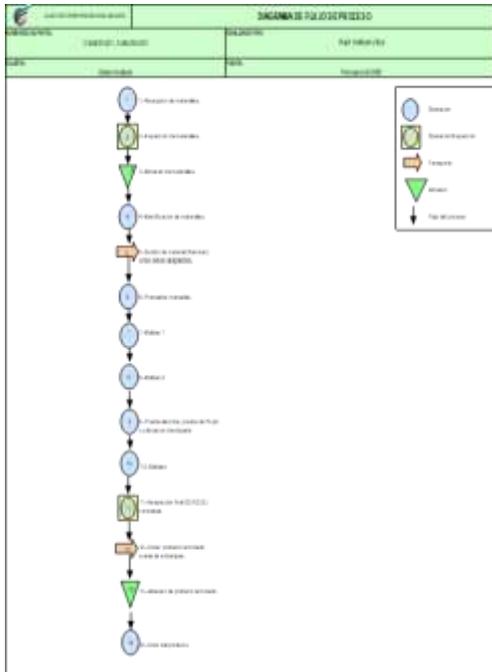


Figura 12. Diagrama de flujo de proceso celda # 5.

Yamazumi

González, F., [13] menciona que el yamazumi es una gran herramienta que no solo proporciona datos para la toma de decisiones y la estrategia, sino que también proporciona una gran visualización visual que impulsa el impacto de los datos de quienes lo ven.

Aplicando la manufactura esbelta, los tiempos de ejecución tomados en cada uno de los procesos mediante el diagrama de flujo realizado anteriormente, fueron registrados en un yamazumi con la finalidad de representarlos gráficamente. Esto se observa en las figuras de la 13 a la 16.



Figura 15. Yamazumi celda # 3.

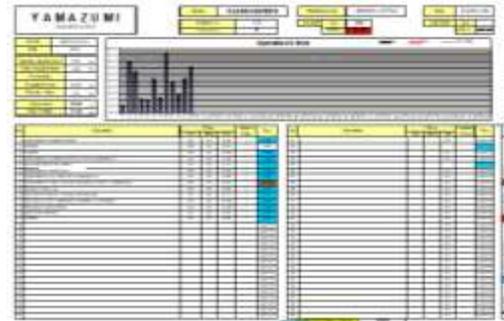


Figura 16. Yamazumi celda # 4.

Ayuda visual

Para asegurar la calidad en el producto, se elaboraron las ayudas visuales de cada una de las celdas de producción ofreciéndole capacitación y mejor comprensión de la actividad especificada al operador en la elaboración del producto. figuras 17, 18, 19, 20 y 21.

Las ayudas visuales incluyen una amplia variedad de visuales para máquinas y tareas específicas para ayudar a mejorar la eficiencia y efectividad de la interacción humana con el equipo. Estas indicaciones visuales sirven como recordatorios de advertencias indica Harry D., [6].



Figura 17. Ayuda visual de operación celda #1.



Figura 18. Ayuda visual de operación celda #2.



Figura 19. Ayuda visual de operación celda #3.

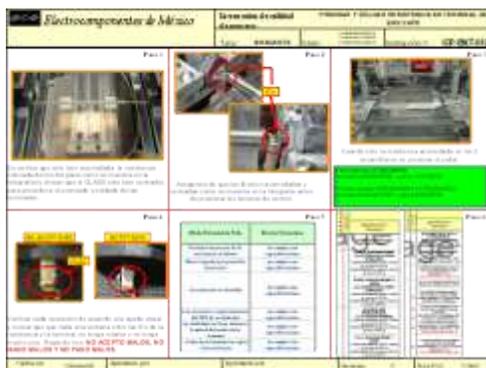


Figura 20. Ayuda visual de operación celda #4.



Figura 21. Ayuda visual de operación celda #5.

Diseño de estantes

Con la finalidad de brindarle más ayuda al operador en su estación de trabajo, se rediseñó algunos accesorios para colocar y organizar su material señala Carrillo, Jorge, Hinojosa, Raúl [12], y así ofrecerle mayor comodidad al acceso a su material, a la vez contribuir a evitar fatiga al realizar su trabajo. Ver figura 22, 23, 24 y 25.

Sumanth D. [3] Menciona que los tipos de estanterías metálicas son un elemento clave en el correcto funcionamiento de un almacén o proceso y tienen un papel protagonista y es fruto de un importante esfuerzo de investigación e innovación de ingeniería que permite crear estructuras eficientes que optimizan el tiempo y el espacio de las empresas a nivel internacional.



Figura 22. Porta cajas doble nivel para colocar material.

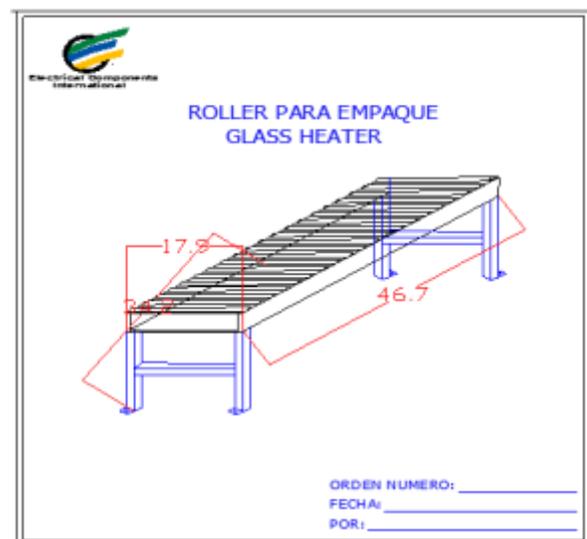


Figura 23. Roller para transportar al empacar.



Figura 24. Carro transportador de material y empaque.

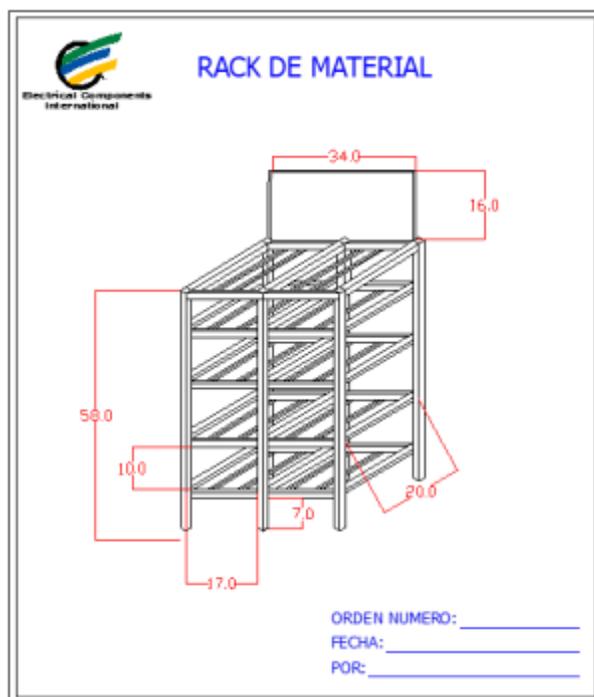


Figura 25. Rack de materia prima.

Distribución de área.(Lay out)

Se evalúa con minuciosidad todos los detalles acerca del qué, cómo, con qué y dónde producir o prestar un servicio, así como los pormenores de la capacidad de tal manera que se consiga el mejor funcionamiento de las instalaciones. Mencionan Bautista J., Wikipedia 2018, [10] [18].

Se realizó la distribución de área (lay out) con la modificación de las distancias óptimas entre operaciones en cada una de las celdas, acortando las distancias originales de acuerdo a un mejor flujo del proceso, como una mejora que dará una mayor fluidez al proceso. Con esto podremos hacer la comparación del antes y después de la mejora en cuanto a reducción de tiempo de proceso, área, y mayor productividad. ver figura 26.

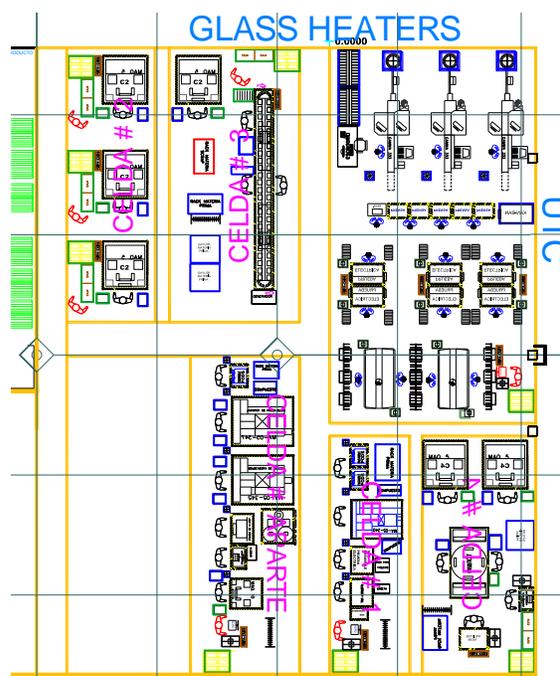


Figura 26. Lay out propuesto para la mejora de Glass Heaters.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con la realización de este proyecto y mediante la aplicación de técnicas de manufactura e ingeniería en el área de glass heaters se alcanzaron los resultados altamente satisfactorios tales como el incremento de la productividad y su tendencia progresiva. Se puede observar que antes de la mejora había una mayor

diferencia entre la producción y la meta propuesta (figura 27), mientras que la gráfica de la figura 28 se muestra un proceso más estable, donde las dos líneas de producción y meta propuesta están muy cercanas. Es decir, la producción muy cerca de la meta planteada.

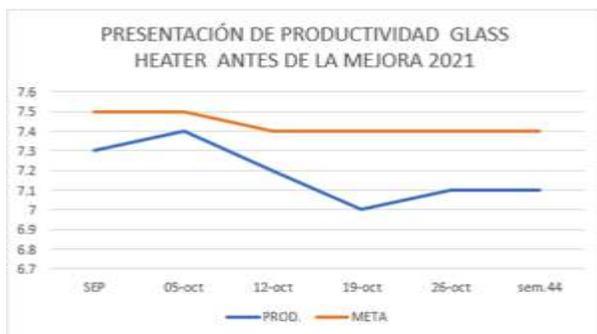


Figura 27. Gráfica de productividad de Glass Heaters antes de la mejora.



Figura 28. Gráfica de productividad de Glass Heaters después de la mejora.

Estas gráficas son evidencia de que se cumplió con los objetivos que se propusieron al inicio de este proyecto, como lo es la reducción de flujo de proceso en 1.54 hrs, aumentando la productividad con 1276 piezas más al reducir 11 personas operativas con el el rediseño de las operaciones y del método de operación, así con un espacio ahorrado de 695 ft² que se destinarán para nuevas líneas de producción. Ver figura 29.

CÉLULA	METODIA			MÉDIA		
	LARGOR	ANCHOR	ÁREA ²	LARGOR	ANCHOR	ÁREA ²
CÉLDA1	52	13	677	28	11	308
CÉLDA2	39	11	429	38	12	456
CÉLDA3	39	23	897	38	18	684
CÉLDA4	39	18	702	33	16	528
CÉLDAAPARTE	52	13	676	44	15	660
TOTAL			3381 ²			2651 ²

Figura 29. Tabla de área total actual y propuesto.

CONCLUSIONES

Al realizar el análisis del proceso actual en el área de Glass Heaters se pudo observar muchas áreas de oportunidad a mejorar y obtener ahorros significativos para incrementar la productividad y eficiencia del proceso. Sin duda la aplicación de las técnicas de ingeniería industrial demostró el éxito al lograrlo en el con resultados sorprendentes. Mediante el balanceo de estaciones se logró dar la carga adecuada de trabajo al operador de producción logrando la reducción del flujo del proceso 1.54 hrs. representando 1276 piezas más de producción.

Al rediseñar las estaciones de trabajo, se proporcionó mayor comodidad y facilidad para realizar las operaciones de producción al reducir distancias en los recorridos de trabajo en un 22% equivalente a 695 ft².

El rediseño del método de operación en las celdas de producción llevó a reducir 11 personas; Con esto se eliminó operaciones que no agregan valor al producto, así como congestionamientos, operaciones repetidas, fatigas y distracciones en el personal operativo. incrementando la productividad.

La utilización de métodos estadísticos proporciona una evidencia satisfactoria al demostrar el cambio significativo en los resultados.

Con estos resultados satisfactorios de este proyecto se sugiere se implemente estas técnicas en todas las celdas de trabajo de la empresa, buscando las áreas de oportunidad para continuar en constante mejora de los procesos. Así mismo en todas las empresas de la corporación con estas mismas técnicas u otras del campo de la ingeniería industrial que lleven por el camino de mejora continua a la empresa.

Se sugiere establecer metas de reducción de ahorros visualizando los avances y los retos que representa el aplicar las técnicas de ingeniería industrial, demostrando una vez más un éxito en las empresas que buscan seguir competitivos en el mercado global.

Investigaciones anteriores aplicadas a las empresas industriales coinciden en que la efectividad del proceso se puede medir en base al rendimiento de las actividades principales de la cadena de valor a través de la suma de contenido de información, seguimiento y capacitación del personal operativo y administrativo. [14] [15] [16] [17].

BIBLIOGRAFÍA

[1] W. Niebel Benjamín. 1996. Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos. Novena Edición. Editorial Alfaomega. México, D. F.

[2] García Criollo Roberto. 2005. Estudio del Trabajo. Segunda Edición. Editorial Mc Graw Hill. México, D. F.

[3] Sumanth D., “Ingeniería y administración de la productividad”, Editorial McGraw Hill, México, 1994.

[4] W. Nievel Benjamín, Freivalds Andris. 2004. Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del trabajo. Onceava Edición. Editorial Alfaomega. México, D.F.

[5] Walpole, R. Myers, R. Myers, S. “Probabilidad y estadística para ingenieros”, Editorial Prentice Hall, México, 1999.

[6] Harry D., Moore, Donald R. Kibbey Materiales y procesos de fabricación: industria metalmeccánica y de plásticos. Limusa, 1987-920 páginas

[7] Reyes Aguilar, P. (2002). Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: Experiencias y reflexiones. Contaduría y Administración, (205), 51-69.

[8] Gabriel Baca García, Margarita Cruz Valderrama, Isidro Marco Antonio Vázquez. 2014 introducción a la ingeniería industrial. Gpo. Editorial Patria, 2Da. Edición. e-book. México 2014.

[9] Jim Lesko (coordinador). Diseño industrial: memoria de Simposio de ingeniería. Marzo 2001. Universidad de Colombia. Publicaciones.

[10] Wikipedia. (10 de octubre de 2018) . Federal Mogul. Recuperado el 4 de marzo de 2019, de Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Federal-Mogul>

[11] J. Ignacio Aguaded Gómez (presentador). (26 de diciembre 2007) (Áudio em podcast. Recuperado

de https://books.google.com.mx/books?id=n_IfpdhnES4C&pg=PA106&dq=podcast+radio+de+ingenieria&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjVrdSuh8D5AhWTDkQIHWonC). La radio universitaria como servicio público.

[12] Carrillo, Jorge, & Hinojosa, Raúl. (2001). Cableando el norte de México: la evolución de la industria maquiladora de arneses. Región y sociedad, 13(21), 79-114. Recuperado en 01 de abril de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252001000100003&lng=es&tlng=es.

[13] González, F. (enero-junio, 2007). Manufactura esbelta (Lean manufacturing). Principales herramientas. Revista Panorama Administrativo, 1(2), 85-112.

[14] Tomas Granados Salinas. Organización de la manufactura en talleres de impresión para la industria del libro en México. (tesis doctoral impresa de ingeniería industrial). Editorial: sistemas y servicios técnicos, 2021. Universidad de Texas, 3 de diciembre 2008, 87 páginas.

[15] Nava R. Mejora de la Efectividad del Proceso de Mantenimiento a través de la Conceptualización de Cadena de Valor. Tesis Impresa Editorial Kathedra . maestría en ingeniería administrativa. Instituto Tecnológico de Cd. Juárez. 18 de febrero 2012., 100 pág.

[16] Nevárez Nevárez O. “Implementación de Control Estadístico de Procesos en una Línea de Ensamble de Computadoras”. Tesis impresa. Editorial: kathedra, Maestría en ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, 18 agosto 2015. 150 pág.

[17] Fuentes Morales M.C “Aplicación de la Técnica SMED en Área de Corte de Vestiduras Automotrices”.

Tesis impresa de maestría en Ingeniería Industrial. Editorial Kathedra Instituto Tecnológico de Cd. Juárez. Mayo 2017, 150 pag.

[18] Bautista, J., Bautista, A., Rosas, S. (2010). Metodología para la implementación de la manufactura

esbelta en los procesos productivos para la mejora continua. Tesis licenciatura. Instituto Politécnico Nacional. Recuperada de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/8572/2>

725_tesis_Febrero_2011_1149902756.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ROL DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

ROL DE CONTRIBUCIÓN	DEFINICIÓN (NOMBRE DEL AUTOR)
Conceptualización	María Concepción Fuentes Morales
Curación de datos	María Concepción Fuentes Morales
Metodología	María Concepción Fuentes Morales
Administración del proyecto	René Saucedo Silva
Recursos	Alejandra Herrera Chew
Software	Esperanza Ibarra Estrada
Supervisión	Ma. Dolores Arroyo Mendoza
Validación	Alejandra Herrera Chew
Visualización	Esperanza Ibarra Estrada
Redacción	René Saucedo Silva
Redacción	Ma. Dolores Arroyo Mendoza

LA MÚSICA EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE EXÁMENES MUSICALES EN EL ITCJ

José Alanís Villaseñor¹, Geovana Jadai Chávez Moreno², Xochitl Aviña Rivera³,
Rosa Silvana Cera Gaytán⁴, Jorge Adolfo Pinto Santos⁵

¹Licenciatura, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, departamento de Ciencias Básicas, jose.av@itcj.edu.mx, Ave. Tecnológico #1340, CP. 32500.

²Estudiante de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Departamento de Económico Administrativo, jadaichavez716@outlook.es, Ave. Tecnológico #1340, CP. 32500.

³Maestría en Ciencias de Ingeniería, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Departamento de Metal Mecánica, xochitl.ar@cdjuarez.tecnm.mx, Ave. Tecnológico #1340, CP. 32500.

⁴Licenciatura, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Departamento de Ciencias Básicas, rosa.sc@itcj.edu.mx, Ave. Tecnológico #1340, CP. 32500.

⁵Doctorado en Tecnología, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Departamento de Económico Administrativo, Jorge.ps@itcj.edu.mx, Ave. Tecnológico #1340, CP 32500.

Resumen – La música actualmente es considerada como un lenguaje universal, al igual que las matemáticas requiere de creatividad para desarrollarse siendo que se trata de lenguajes abstractos que requieren de su aprendizaje para descifrarlos, con base en lo anterior, el propósito de este estudio es aplicar una estrategia didáctica denominada Exámenes Musicales, la cual es un apoyo complementario a otras estrategias didácticas que tienen como finalidad reducir los índices de reprobación de los estudiantes que cursan materias de ciencias básicas en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez. En este trabajo se establecen las etapas necesarias para establecer y evaluar una estrategia que se basará en la creatividad de los estudiantes para facilitar el aprendizaje de las matemáticas a través de la música. Los resultados esperados con la aplicación de esta estrategia es la confianza y motivación de los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos, donde con ello, en conjunto genera un mejor aprendizaje y una calificación aprobatoria. Además, se puede observar como un beneficio adicional la reducción del estrés y tensión de los estudiantes. Es posible concluir que los Exámenes Musicales son una herramienta que abre nuevos panoramas que le permiten al estudiante desenvolverse académicamente con un resultado satisfactorio en materias afines a las matemáticas, a través de un instrumento con el cual estamos todo lo relacionado: música.

Palabras Clave -- Alumnos, Creatividad, Estrategia didáctica, Índices de Reprobación.

Abstract – Music can currently be considered as a universal language, which, like mathematics, requires creativity to develop because it is about abstract languages that require learning to decipher them, based on the above, the purpose of this The study is the application of the didactic strategy called Musical Exams, which is a support to other didactic strategies that have the objective of reducing the failure rates of the students that take basic science subjects at the Technological Institute of Cd. Juárez. This strategy is based on the creativity of students to develop with mathematics through music. The expected results with the application of this strategy is the confidence and motivation of the students, where this together generates greater learning and a passing grade. In addition, an additional benefit can be observed, which would be the reduction of the state of stress and tension of the students. It is possible to conclude that the Musical Exams are a tool that opens new panoramas that allow the student to develop academically with a satisfactory result in subjects related to mathematics, through an instrument with which we are all related: music.

Key words – Creativity, Didactic Strategy, Failure Rates, Students.

INTRODUCCIÓN

La música actualmente se considera como un lenguaje universal, que al igual que las matemáticas, requieren de la creatividad para desarrollarse, debido a que estos son lenguajes abstractos que requieren de su aprendizaje para poder descifrarlos.

De esta manera, se espera implementar una nueva estrategia de aprendizaje dentro de las aulas del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, específicamente en el área de Ciencias Básicas. En donde, a través de sonidos, y música, e interpretaciones audiovisuales se pretende inspirar a los alumnos a comprender las matemáticas de una manera interactiva y diferente.

Gracias a diversos estudios científicos y artísticos como el del compositor Guy Beart, quien confirma que “una canción es una emoción más una ecuación” es posible utilizar la música como una sensibilidad favorable respecto a desarrollar habilidades cognitivas como la atención, concentración, memoria, tolerancia y autocontrol, las cuales permiten un desarrollo óptimo en distintas áreas y materias, contribuyendo al mejoramiento intelectual, afectivo, psicomotor físico y neurológico.

Esta nueva alternativa propuesta, otorga herramientas distintas para la comprensión de las materias, permitiendo desligar los programas educativos de un sistema monótono, permitiendo asimismo ampliar la creatividad de aquellos que imparten tanto como los que se inscriben en la materia; creando una autoconfianza percibida a través de una mejora de comunicación, lo cual permite resultados prometedores al momento de poner a prueba los conocimientos del alumno en un examen, el cual utilizará la música como herramienta de evaluación.

Planteamiento del problema

En los últimos años se ha observado que los alumnos tienen problemas para concluir con sus carreras de Licenciatura o Ingeniería en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, debido a que su retícula se ve interrumpida por materias reprobadas, especialmente aquellas pertenecientes al departamento de Ciencias Básicas de la misma institución. Generando como consecuencia que los alumnos no puedan titularse.

El 70% de los alumnos ha reprobado por lo menos una materia de la rama de las matemáticas, lo que ha reducido la oportunidad de los mismos de graduarse. A pesar de diversos intentos y esfuerzos terminan por no lograr las competencias genéricas y profesionales que se exigen por cada temario.

A través de la iniciativa y la creatividad es posible profundizar en el aprendizaje de las matemáticas y la

música. La intención de utilizar la música como un recurso de aprendizaje es, impulsar a los alumnos a salir de su estado de confort para lograr una confianza personal en una materia que para muchos suele ser complicada.

DESARROLLO

Metodología

Dentro del sistema educativo mexicano, específicamente en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, la enseñanza musical es, en general, escasa o prácticamente nula, es por eso que es importante que los docentes busquen e implementen métodos de enseñanza novedosos que permitan estimular el comportamiento y formas de aprendizaje de los jóvenes para el objetivo principal: reducir los índices de reprobación y deserción en los alumnos que cursan materias relacionadas a la rama de las matemáticas.



Figura 1. Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez.

Esto es posible a través de las siguientes etapas:

Etapa 1. Exponer y explicar en qué consiste el nuevo método de aprendizaje, la dinámica en la que se estará trabajando, la forma en la que se relacionará con la evaluación y de igual manera los beneficios que se verán reflejados con el fin de mejorar el aprendizaje significativo de los estudiantes.

Etapa 2. Mostrar datos, estadísticas de los resultados que arrojará el modelo, antecedentes de casos similares que han resultado favorables, análisis de las aportaciones que conllevará la implementación de este nuevo cambio, retroalimentación y resolución de dudas que puedan presentar los estudiantes y tema de los cambios de forma de trabajo o decisiones de la estrategia.

Etapa 3. Es muy importante que en esta etapa sea considerada la implementación en cuando menos una de las unidades y/o competencia que establece el

programa de estudios y de igual manera se debe contemplar llevar instrumentación necesaria para que los alumnos puedan concebir de una mejor manera el plan de trabajo del profesor.

Etapa 4. Esta etapa será la encargada de demostrar y comprobar los resultados que se obtuvieron al llevar a cabo de una manera correcta las etapas anteriores, además de que se analizará el desempeño tanto el de los estudiantes como el del profesor.

Etapa 5. Por último, solo quedará tratar de mejorar constantemente lo que se haya establecido para poder seguir avanzando y así lograr que esta estrategia pueda impactar a más docentes y alumnos y a que ellos también puedan descubrir esta nueva forma de enseñanza y aprendizaje.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La propuesta de este nuevo modelo de Enseñanza-Aprendizaje está en la etapa 1, pero se tienen experiencias de estudiantes que han disfrutado el aprender y comprender algunos temas apoyándose para su estudio con la música.

Tal es el caso del joven Salvador Humberto Álvarez Aviña, joven de 21 años, hipocúsico de nacimiento y oralizado con ayuda de 12 años de terapia de lenguaje; quien antes de pandemia, estudiaba la carrera de Ingeniería Física en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, él para estudiar las materias de Cálculo Diferencial y Cálculo Integral entre otras, lo hacía auxiliándose de música electrónica, la cual no escuchaba en su totalidad, pero sentía su vibración y esto le ayudaba a concentrarse y lograr la comprensión de los temas, logrando obtener calificaciones de 10 en estas materias.

Los resultados obtenidos de las encuestas sobre “la utilización de Fondo musical” cuando se estudia se muestran a continuación.

Se encuestaron 35 estudiantes de las materias de: Estadística Inferencial II, Estadística Administrativa II, Mecanismos. En la tabla No. 1 se muestran los resultados iniciales.

De los estudiantes que estudian con música, se les preguntó con qué tipo de música se concentran, en la Figura No. 1 se muestran las opciones y resultados.

Tabla 1. Resultados Preliminares.

ENCUESTADOS	35
ESTUDIAN CON MÚSICA	25
UTILIZAN AUDÍFONOS	21
UTILIZAN BOCINA	4
ESTUDIAN SIN MÚSICA	10

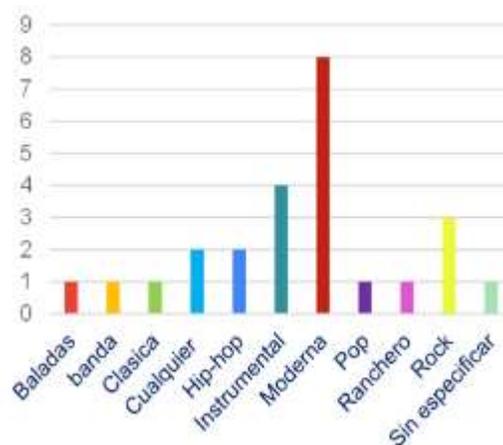


Figura 1. Tipos de Música que se utiliza para concentrarse.

CONCLUSIONES

Es posible concluir que los Exámenes Musicales como estrategia didáctica para reducir índices de reprobación en los alumnos, es una herramienta que abre nuevos panoramas que permiten al alumno desarrollarse de manera académica con un resultado satisfactorio en las materias relacionadas a las matemáticas, a través de un instrumento con el que todos estamos relacionados: la música, aplicado a los exámenes ordinarios y regularizaciones.

Esta alternativa será propuesta y aplicado en el semestre agosto – diciembre del 2022 en las materias de ciencias básicas y otras licenciaturas que podrían ser de gran ayuda a los alumnos para darse cuenta que no siempre se tiene que estar demasiado estresado o tenso para tener que presentar un examen de índole matemática, así al proporcionarle esta nueva estrategia, fue posible permitir al alumno expresarse de la manera más conveniente y satisfactoria, desarrollándose con una gran confianza y seguridad; lo cual a largo plazo demostrara que

algo bien aprendido y arraigado no será fácil de olvidar.

Los Exámenes Musicales podría ser una alternativa que a los estudiantes les ayudaría mucho debido a que aprenderían de una manera novedosa y divertida al momento de llevar a cabo sus exámenes.

Esta alternativa podría arrojar muy buenos resultados con un índice de reprobación mínimo ya que como se ha dicho son exámenes más fáciles de realizar y de comprender. También ayuda a que los alumnos tengan más sentido de responsabilidad y de confianza con ellos mismos, y saber que si pueden realizar los exámenes y obtener una buena calificación.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Aldeguer, S. P., & Lavall, E. N. L. (2012). La Música como herramienta interdisciplinar: un análisis cuantitativo en el aula de Lengua Extranjera de Primaria. *Revista de Investigación en Educación*, 10(1), 127-143.

[2] Casals Ibáñez, A., Carrillo Aguilera, C., & González- Martín, C. (2014). La música también cuenta: combinando matemáticas y música en el aula (34.a ed.). (Revista Electrónica de Música en la Educación).

[3] Cervantes Feijoó, F. P. (2019). Guía metodológica para el estudio de la teoría y el lenguaje musical, mediante relaciones interdisciplinarias entre música y matemáticas, aplicada a estudiantes de la Escuela de Música y Composición de Quito (Bachelor's thesis, PUCE-Quito).

[4] Cortes Forero, L. P. (2018). Música y matemáticas, el mejor ritmo de la educación (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).

[5] Mato-Vázquez, D., Chao-Fernández, R., & Chao-Fernández, A. (2019). Efectos de enseñar matemáticas a través de actividades musicales.

[6] *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 22(2), 163-184.

[7] Peralta, J. (2011). Modelos matemáticos del sistema de afinación pitagórico y algunos de sus derivados: propuesta para el aula. *Educación matemática*, 23(3), 67-90.

[8] Pirfano, Í. (2017). Inteligencia musical. Plataforma. Puig Adam, (1960). La matemática y la belleza.

[9] Rameau, J. P. (2018). *Traité de l'harmonie: réduite à des principes naturels*. Maxtor France.

[10] Camarero Suárez, F. J., Martín del Buey, F. D. A., & Herrero Díez, F. J. (2000). Estilos y estrategias de aprendizaje en estudiantes universitarios. *Psicothema*, 12 (4).

[11] Llera, J. B. (2003). Estrategias de aprendizaje. *Revista de educación*, 332, 55-73.

[12] OECD (2018), *Education at a Glance 2018: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/eag-2018-en>.

[13] Cea D'Ancona, M. A. (1998). *Metodología cuantitativa: estrategias y técnicas de investigación social*, Madrid, Síntesis.

[14] Hernández, R., Fernández., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ta ed.) Perú: McGraw-Hill.

[15] Primo, E. (1994). *Introducción a la Investigación Científica y Tecnológica*. Edit. Alianza., Madrid.

ROL DE CONTRIBUCIÓN	AUTOR
Conceptualización	José Alanis Villaseñor
Supervisión	José Alanis Villaseñor
Metodología	José Alanis Villaseñor
Redacción (borrador original)	Geovana Jadai Chávez Moreno
Administración del Proyecto	José Alanis Villaseñor
Redacción (revisión final y edición)	Xóchitl Aviña Rivera
Recursos	José Alanis Villaseñor Xóchitl Aviña Rivera Rosa Silvana Cera Gaytán
Análisis de Datos	Xóchitl Aviña Rivera Jorge Adolfo Pinto Santos
Validación	Jorge Adolfo Pinto Santos
Curación de datos	Jorge Adolfo Pinto Santos
Supervisión	José Alanis Villaseñor Jorge Adolfo Pinto Santos

DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD SANITARIA: INSTITUTO TECNOLOGICO DE CIUDAD JUAREZ

Jesús Elisabeth Sánchez Padilla¹, Mario Macario Ruíz Grijalva², Jeovany Rafael Rodríguez Mejía³,
Gonzalo Rodríguez Villanueva⁴, Ernesto Alonso Lagarda Leyva⁵

¹Doctorante en Educación (DE), Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, extensión Ciudad del Conocimiento, Departamento Económico Administrativo elisabeth.sp01@itcj.edu.mx, Tel. (656) 688-2500, Av. José de Jesús Macías Delgado, s/n, Ciudad del Conocimiento, C.P. 32690, Ciudad Juárez Chihuahua, México.

²Maestro en Computo Aplicado (MCA), Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Departamento Sistemas y Computación, mmruiz@itcj.edu.mx, Tel. (656) 688-2500, Av. Tecnológico No. 1340, Fracc. El Crucero C.P. 32500, Ciudad Juárez, Chihuahua México.

³Doctorado en Ciencias de la Ingeniería (DCI), Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Departamento de Metal Mecánica, jrodriguez@itcj.edu.mx, Tel. (656) 688-2500, Av. Tecnológico No. 1340, Fracc. El Crucero C.P. 32500, Ciudad Juárez, Chihuahua México.

⁴Maestro en Economía (ME), Centro Regional de Innovaciones, Departamento de Economía y Finanzas, rodriguezvillanuevagonzalo@yahoo.com, Tel. (644) 108 2451, Av. Justo Sierra No. 624, Col. Villas del Nainari C.P. 85186, Ciudad Obregón, Sonora, México.

⁵Doctorado en Planeación Estratégica para la Mejora del Desempeño (DPEMP), Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial, ernesto.lagarda@itson.edu.mx, Tel. (644) 410 9000, 5 de febrero No. 818 sur, Col. Centro, Ciudad Obregón, Sonora, México.

Resumen – Ante la contingencia COVID-19, el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez (ITCJ) extensión Ciudad del Conocimiento, determinó el objetivo de implementar un Sistema de Gestión de Seguridad Sanitaria (SGSS), para la implementación, se aplicó la herramienta autodiagnóstico llamada Toolbox, los resultados permitieron identificar los puntos críticos del instituto, por lo que se desarrolló un plan de acción pertinente de las Medidas generales de promoción de la salud, seguridad sanitaria y esquema de trabajo en el regreso a las actividades presenciales con la premisa de salvaguardar la integridad sanitaria de esta comunidad.

La implementación y mejora continua del SGSS permitió regresar paulatinamente a las actividades presenciales, en un esquema de trabajo seguro en el regreso a clases, logrando el 100% de la comunidad tecnológica capacitada, con una operación del 75% de la capacidad instalada, en casos sospechosos y casos confirmados fue de 0%, permitiendo finalizar el semestre con el 80% de estudiantes competentes, 20% de estudiantes no competentes y el 14% de estudiantes desertores por cuestiones personales derivados de la pandemia en los hogares.

Palabras Clave -- COVID 19, toolbox, herramienta de diagnóstico sanitario, Sistema de Gestión de Seguridad Sanitaria.

Abstract – Given the COVID-19 contingency, the Technological Institute of Ciudad Juárez (ITCJ) City of Knowledge extension, determined the objective of implementing a Health Security Management System (SGSS), for the implementation, the self-diagnostic tool called Toolbox was applied, the results allowed to identify

the critical points of the institute, so a pertinent action plan of the General Measures of Health Promotion was developed, health security and work scheme in the return to face-to-face activities with the premise of safeguarding the health integrity of this community.

The implementation and continuous improvement of the SGSS allowed to gradually return to face-to-face activities, in a safe work scheme in the return to school, achieving 100% of the technological community trained, with an operation of 75% of the installed capacity, in suspected cases and confirmed cases it was 0%, allowing to end the semester with 80% of competent students, 20% of non-competent students and 14% of students deserters for personal issues derived from the pandemic in homes.

Keywords – COVID-19, Toolbox, health diagnosis, System for Sanitary Safety.

INTRODUCCIÓN

Ante la contingencia de COVID 19, publicada por gobierno federal a través del Consejo Nacional de Autoridades Educativas (CONADEU), en coordinación con la Secretaria de Salud, y siguiendo los lineamientos de las Instituciones Públicas de Educación Superior para el Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, extensión Ciudad del Conocimiento, se consideró prioritaria la seguridad y la protección de la salud de la comunidad tecnológica.

Para ello se consideraron los criterios de la Secretaría de Salud de México, así como los más altos estándares propuestos por organismos internacionales del CDC (Center for Disease Control, USA) y la OMS (Organización Mundial de la Salud) en el marco de la pandemia del COVID-19, así como en los Lineamientos técnicos de seguridad sanitaria en el entorno laboral de gobierno de México del sector salud y en las medidas generales de promoción de la salud, seguridad sanitaria y esquema de trabajo en el regreso a las actividades presenciales del Tecnológico Nacional de México.

Para incidir en esta problemática se realizó este proyecto, considerando dos propósitos, el desarrollo de un instrumento de diagnóstico y el diseño del sistema de gestión para administrar las medidas necesarias.

En una primera fase se desarrolló una metodología de autodiagnóstico (Toolbox) con cuyos resultados se pasó a la segunda fase, la determinación de las acciones necesarias para desarrollar el Sistema de Gestión de Seguridad Sanitaria (SGSS), pertinentes para salvaguardar la integridad sanitaria de esta comunidad.

En la segunda fase se desarrolló un plan de acción derivado de los resultados del diagnóstico realizado por toolbox, en donde se identificaron los puntos críticos y adecuación de espacios físicos internos y externos de la institución para el control de ingreso, egreso y permanencia a través de las Medidas generales de promoción de la salud, seguridad sanitaria y esquema de trabajo en el regreso a las actividades presenciales y se realiza la gestión de mobiliario, equipo e insumos.

En la tercera fase se implementó del Sistema de Gestión de Seguridad Sanitaria, se realizaron las siguientes actividades como la consolidación del Comité Participativo de Salud Escolar (CPSE) asignado tareas y funciones a cada integrante acorde a la naturaleza de sus funciones, el desarrollo de procesos del protocolo de seguridad, formatos de registro, y ayudas visuales, la capacitación del virtual y presencial con los integrantes del CPSE, docentes, alumnos, personal de mantenimiento, administrativo y proveedores.

En la cuarta fase se llevó a cabo el control y mejora continua, en el cual se realizan monitoreo para el cumplimiento del protocolo de seguridad a través de listas de verificación en donde los integrantes del CPSE registran el cumplimiento de las medidas de seguridad sanitaria, en caso de presentarse alguna incidencia, se determinan acciones correctivas y preventivas para mejorar el desempeño del SGSS.

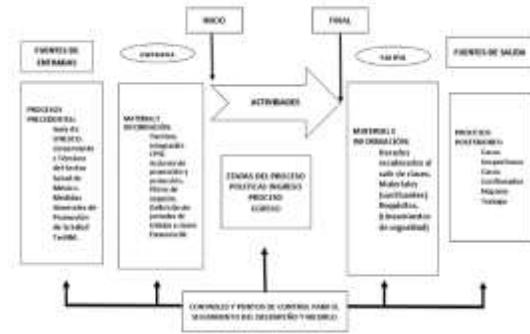


Figura 1. Implementación y mejora continua del SGSS.

La implementación y mejora continua del SGSS, permitió regresar paulatinamente a las actividades presenciales, bajo un esquema de trabajo seguro en el regreso a clases, logrando el 100% de la comunidad tecnológica capacitada, cuya operación fue de un 75% de su capacidad instalada, en el monitoreo de casos sospechosos y casos confirmados el indicador se mantuvo en el 0%, permitiendo finalizar el semestre con un 80% de estudiantes competentes, 20% de estudiantes no competentes y el 14% de estudiantes desertores por cuestiones personales que la pandemia afectó directamente en sus hogares.

Los resultados antes mencionados, fueron analizados y revisados por PII Global Network, alcanzando la Certificación Internacional "Optima Performance Sanitaria", siendo la primer Institución de Educación Pública en el país.

DESARROLLO

En la primera fase se aplicó el Toolbox para determinar el estado actual en cinco criterios: el conocimiento y control de los espacios físicos, la limpieza, la prevención, la promoción de la salud y la estrategia digital.

Se integró un equipo multidisciplinario de personal del Nodo de Creatividad e Innovación Tecnológica y

emprendimiento del TecNM Campus Instituto de Ciudad Juárez. El desarrollo del sistema propuesto está basado en tres principales generalidades de la Norma ISO 9001:2015, el enfoque a procesos, el ciclo PHVA y el pensamiento basado en riesgo.

El enfoque a procesos en un Sistema de Gestión, permite diagnosticar las necesidades para desarrollar, implementar y mejorar con eficacia el Sistema de Gestión de Seguridad Sanitaria, a través de cinco elementos de un proceso como son; fuentes de entradas, entradas, actividades, salidas y fuentes de salidas.

En las fuentes de entradas se consideran los estándares propuestos por organismos internacionales como el CDC (Center for Disease Control, USA) y la OMS (Organización Mundial de la Salud) en el marco de la pandemia del COVID-19; 2) en los Lineamientos técnicos de seguridad sanitaria en el entorno laboral de gobierno de México del sector salud; así 3) como las medidas generales de promoción de la salud, seguridad sanitaria y esquema de trabajo en el regreso a las actividades presenciales del Tecnológico Nacional de México.

En las entradas se proporcionan todo los requisitos, información, materiales y recursos a través de la herramienta de autodiagnóstico Toolbox, el cual evalúa el cumplimiento de los requerimientos que solicitan los organismos tanto del gobierno federal como internacionales, para realizar el plan de acción y así gestionar de los recursos materiales y humanos para la implementación y mejoras continua del Sistema de Gestión de Seguridad Sanitaria.

En las actividades se implementa y monitorea el cumplimiento del protocolo del sector salud en el marco Covid 19, a través de las Medidas generales de promoción de la salud, seguridad sanitaria y esquema de trabajo en el regreso a las actividades presenciales.

En las salidas se monitorea el cumplimiento de los procesos interrelacionados del protocolo como es el control de ingreso y egreso de la institución, durante la impartición de clases, así mismo al termino de jornada académica.

En las fuentes de salida es lograr la concientización y adopción de medidas generales en cada miembro del personal de la comunidad tecnológica, con el objetivo de cuidarse en todo momento en los

entornos familiares, sociales y laborales dentro y fuera de la institución.

El Ciclo PHVA permite alcanzar la gestión de los procesos y el sistema en su conjunto, identificando y abordado los riesgos y las oportunidades para prevenir los resultaos no deseados.

- Planificar. En esta etapa se establecieron los objetivos y los procesos, se gestionaron los recursos humanos, tecnológicos, maquinaria, materiales e insumos, para la implementación, todo ello plasmado en el plan de acción para la contingencia sanitaria, identificando y abordando los riesgos.
- Hacer. La implementación de los procesos del protocolo de seguridad, mismo que aborda desde los acondicionamientos de espacios, los procedimientos de limpieza, sanitización, control de ingreso – egreso, medidas generales, registro de asistencia docente y estudiantil, así como los casos sospechosos.
- Verificar. En el monitoreo del cumplimiento del protocolo se diseñaron formatos de registro en donde los miembros del subcomité de salud, registran el grado de desempeño de las medidas de seguridad sanitaria.
- Actuar. Al final de cada día laboral el subcomité de salud se reúne para identificar y analizar incidencias presentadas en el transcurso de la jornada estudiantil, con el objetivo de tomar acciones correctivas y preventivas para mejorar el desempeño del Sistema de Gestión de Seguridad Sanitaria.

Pensamiento basado en riesgo se aborda aplicando la herramienta de autodiagnóstico Toolbox, porque accede a desarrollar un plan estratégico de medidas generales, eficientizando los recursos e identificando las áreas más críticas para atenderlas oportunamente y de esa manera estar disminuyendo el riesgo de contagio, así mismo permite una mejora continua puesto que evalúa periódicamente las condiciones en las que se encuentre la institución, otorgando información pertinente para abordar las oportunidades y disipar los riesgos de contagio.

El ITCJ extensión ciudad del conocimiento, logró la Certificación del Sistema de Gestión de Seguridad Sanitaria por International Societal for Societal

Performance & Kaufman Center, al implementar y monitorear el SGSS, con la finalidad de mejorar continuamente en el protocolo, se cumplió con todos los requisitos en Óptima Performance Sanitaria, el primero de diciembre del presente año, convirtiéndose a la institución en la primer Institución de Educación Pública en el país.



Figura 2. Ejemplo de certificación.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La primera autoevaluación, el semáforo, en color naranja, origina el plan de acción estratégico para cumplir con los lineamientos técnicos del sector salud del gobierno de México, que, en el contexto de este Sistema de Gestión, para el despliegue de acciones, se integró un Comité Participativo de Salud Escolar (CPSE).

El plan de acción consiste en identificar los puntos críticos y adecuación de espacios físicos internos y externos de la institución para su control de ingreso y egreso, en la ejecución de programas de limpieza y sanitización diarias en las áreas más concurrentes para la aplicación de medidas de prevención.

Para el despliegue del plan, el CPSE, se encarga del desarrollo de procesos del protocolo de seguridad, formatos de registro y ayudas visuales para la realización de tareas y funciones, también se capacita a docentes, alumnos y administrativos en plataformas virtuales para hacer frente a la contingencia sanitaria y seguir ofreciendo los servicios académicos a la comunidad tecnológica, así como la solicitud de los recursos para la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad Sanitaria para evitar la propagación del virus durante la permanencia en las instalaciones.

Durante el semestre se iniciaron cursos de capacitación virtual dirigido a docentes, alumnos y proveedores, sobre las medidas generales de promoción de la salud, seguridad sanitaria y esquema de trabajo en el regreso a las actividades presenciales logrando el 100% de capacitación en la comunidad tecnológica, esto origina una estrategia de regreso paulatino a clases presenciales operando a un 75% de su capacidad.

En el monitoreo de casos confirmados y casos sospechosos el indicador se mantuvo en 0%, logrando finalizar el semestre con un 80% de estudiantes competentes, 20% de alumnos no competentes y el 14% de estudiantes desertores durante el semestre.

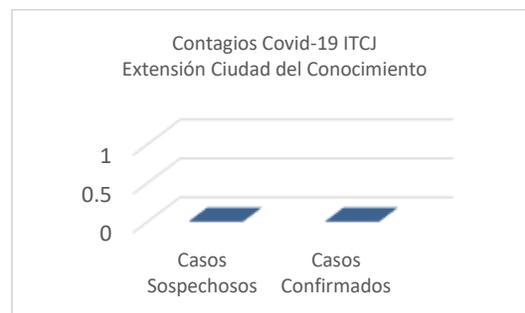


Figura 3. Contagios Covid-19 ITCJ.

Identificar los puntos críticos y adecuación de espacios físicos internos y externos del ITCJ extensión ciudad del conocimiento donde existe mayor concurrencia.

Limpieza: Se diseñaron programaciones diarias de limpieza y sanitización, en las áreas consideradas puntos críticos como son aulas, pasillos, oficinas, sanitarios.

Prevención: Como medidas de prevención ante la contingencia COVID 19 se aplica el protocolo de seguridad con una secuencia de etapas, considerando los responsables de las tareas y funciones a realizar para salvaguardar la integridad de la comunidad tecnológica, con una gestión de recursos humanos, materiales y maquinaria para la limpieza y sanitización diaria, así como las adecuaciones de espacios físicos.

TECNOLOGÍA NACIONAL DE MÉXICO		PLAN DE ACCIÓN PARA CONTINGENCIA SANITARIA COVID 19		TIC DE UAJEZ							
Propósito	Indicadores de cumplimiento	Articulados estratégicos	1	2	3	4	5	6	7	8	Evidencia
Aplicación y validación de Toolbox diagnóstico	1. El conocimiento y control de los espacios físicos	1.1. Se identificaron áreas críticas.									Informe diagnóstico y de propuesta para mejores prácticas
	2. La limpieza	2.1 Diseñar programaciones de limpieza y sanitización en áreas críticas.									Formatos de método de operación
	3. La prevención	3.1 Identificar las zonas de alto riesgo. 3.2 Integrar y formalizar un subcomité de salud 3.3 Diseñar y desarrollar un protocolo de salud y método de aplicación. 3.4 Gestionar recursos para acondicionar espacios.									Plan de acción Acta constitutiva del subcomité de salud Procedimiento de protocolo Resolución de material
	4. La promoción de la salud (acciones y procesos de comunicación y capacitación)	4.1. Capacitar al personal docente y administrativo, estudiantes y proveedores sobre las medidas generales de seguridad.									Listas de asistencia
	5. Estrategia digital.	5.1. Monitorear el proceso enseñanza-aprendizaje en modalidades virtual y mixta.									Acta de calificaciones y reporte final

Figura 4. Plan de acción.

Además de la implementación a través del monitoreo, verificación y control con los registros diarios de la operación del protocolo, de las medidas generales de promoción de la salud, seguridad sanitaria y esquema de trabajo en el regreso a las actividades presenciales.

Promoción de la salud: Se realizaron capacitaciones virtuales y presenciales con el personal directivo, intendencia, mantenimiento, administrativo, docente, estudiantes y proveedores en el tema de las medidas generales de promoción de la salud, seguridad sanitaria y esquema de trabajo en el regreso a las actividades presenciales.

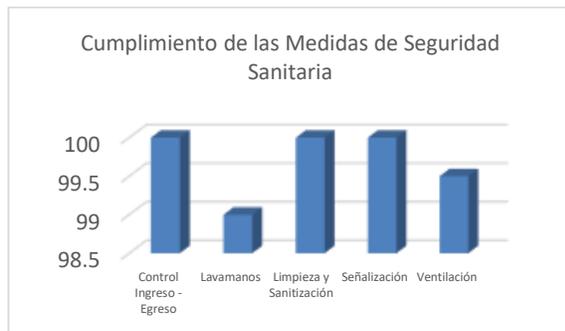


Figura 5. Cumplimiento de medidas de seguridad.

Estrategia digital: Se capacitaron a los docentes en diversas plataformas virtuales para continuar impartiendo clases a través de la plataforma Meet, para revisar tareas en la plataforma Moodle, y atención permanente entre la comunidad tecnológica por medio de correo electrónico, Moodle y WhatsApp (Tecnológico Nacional de México, 2021, mayo).



Figura 6. Capacitación a estudiantes.

En los resultados del trabajo se pudo apreciar que la comunicación y capacitación al personal directivo, docente, administrativo, y comunidad estudiantil, la promoción de la salud, las estrategias digitales, limpieza y sanitización de áreas, son factores que contribuyen a la prevención de contagio, así como la supervisión contante permite la mejora continua del SGSS en la institución, que coinciden con (Antiporta & Bruni, 2021) Por su parte las medidas de seguridad sanitaria, tienden a permitirles un lugar académico y de trabajo seguro para continuar con la generación del conocimiento en las instituciones de educación superior.

La investigación también concluyo que estos últimos, no coinciden en la percepción de (Zapata-Ospina, 2021) en la la transmisión de COVID 19 está más relacionada a eventos sociales ligados a la vida escolar incluyendo la universitaria que en los salones de clases.

CONCLUSIONES

Se logró el objetivo principal, el desarrollo el Sistema de Gestión y el Toolbox que, a partir del estado actual, del diagnóstico, permite el diseño de un plan de acción para protección de la salud, lo que ha impactado fuertemente en la reducción de riesgos, como lo indican las cifras:

100% de capacitación al personal de intendencia y mantenimiento, administrativo, docente, estudiantes y proveedores en el tema de las medidas generales de promoción de la salud, seguridad sanitaria y esquema de trabajo en el regreso a las actividades presenciales.

Se regresó a clases presenciales paulatinamente operando en un 75% de su capacidad.

El resultado de estudiantes competentes fue del 80%, ya que con el regreso paulatino se aprovecharon las clases en aulas, laboratorios pesados e informática, permitiendo transmitir el aprendizaje esperado.

El 20% de la población estudiantil, no lograron los aprendizajes esperados por problemas económicos en sus hogares principalmente, cuya prioridad era su trabajo ya que algunos de ellos eran el principal sustento de su casa.

14% de estudiantes desertores de estudiantes desertores por cuestiones personales que la pandemia afectó directamente en sus hogares emocionalmente y económicamente.

Cero casos confirmados de COVID -19.

Además, se debe destacar que se logró implementar un Sistema de Gestión de Seguridad Sanitaria. Se evaluaron las condiciones del ITCJ extensión ciudad del conocimiento, con el Toolbox. Se elaboró un plan de acción para la contingencia sanitaria Covid 19, para el regreso seguro a clases presenciales. Se desplegaron las acciones de mejora continua en las incidencias que pongan en riesgo la integridad de la comunidad tecnológica.

Es de suma importancia que las IES desarrollen sistemas de atención de la salud, no solo en entornos de pandemia, sino para asegurar la salud de las comunidades, atendiendo a los aspectos de bienestar ocupacional, psicológicos y de salud física para la formación integral de los egresados. Lo que abre a oportunidad para el desarrollo de otras iniciativas y sistemas con estos propósitos.

Se sugieren dos líneas de investigación que permitirán la mejora continua del sistema las cuales son: 1) Evaluar el impacto de un programa de Educación Socioemocional, partiendo de la premisa "la educación socioemocional es la base del aprendizaje" (Alfonso Sánchez Rivera, 2021), permitiendo disminuir las tasas de deserción, abandono escolar y reprobación, a través del control de sus emociones, para que su prioridad sea trabajar por sus sueños de convertirse en profesionistas exitosos, que le permita calidad de vida. y 2) Evaluar y diseñar un Sistema de Gestión Integral, considerando los requisitos de ISO 9001:2015, ISO

45001 e ISO 14001:2015, considerando en los procesos administrativos y operativos la calidad, la seguridad y la integridad del trabajador en el área de trabajo, así como cuidado del medio ambiente.

AGRADECIMIENTOS

El presente agradecimiento se dirige al TecNM/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez por todo su compromiso y apoyo para la implementación de este importante proyecto que es el SGSS, que sin duda ha sido un referente de responsabilidad social, para un retorno seguro a las actividades presenciales de docencia, investigación, extensión, vinculación, cultura y deporte, al ser la primera institución de educación pública en los diversos niveles que implementó este sistema, obteniéndose con esta práctica la certificación internacional de Seguridad Sanitaria por International Societal for Societal Performance & Kaufman Center, Así mismo agradecemos al equipo directivo, docente, administrativo y de apoyo a la educación por el compromiso mostrado en la implementación exitosa de este sistema, al Comité Participativo de Salud Escolar, y al subcomité de salud de la extensión ciudad del conocimiento ambos del ITCJ.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Lineamientos Técnicos Específicos. (2020, mayo, 29). Reapertura de las Actividades Económicas. México: Diario Oficial de la Federación.
- [2] Center for Disease Control. (2019). Marco legal de Coronavirus 2019. Center for Disease Control. Obtenido de <https://www.cdc.gov/spanish/index.html>
- [3] Consejo de Salubridad General. (2020, marzo, 23). México: Diario Oficial de la Federación.
- [4] Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (2021,17, mayo). Artículo 3. México: Diario Oficial de la Federación.
- [5] Educación, L. G. (30 de septiembre de 2019). Tecnologías de la Información, Comunicación, Conocimiento y Aprendizaje. México: Diario Oficial de la Federación.
- [6] Instituto Mexicano de Normalización Certificación, A. (2015). ISO 9001:2015 Sistema de gestión de calidad-Requisitos. México: NORMA MEXICANA IMNC.
- [7] Ley Federal del Trabajo. (2021, abril, 23). México: Diario Oficial de la Federación.

- [8] Ley General de Educación. (2019, septiembre, 30). Título IV, México: Diario Oficial de la Federación.
- [9] Ley General de Educación Superior. (2021, abril, 2021). Artículo 13. México: Diario Oficial de la Federación. Ley General de Salud. (2021, febrero, 19). México: Diario Oficial de la Federación.
- [10] Organización Mundial de la Salud. (2019). Pandemia COVID-19. Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <https://www.who.int/es>
- [11] Pública, S. d. (2017). Aprendizajes clave para la educación integral. México.
- [12] Pública, S. d. (2020). Programa Nacional de Convivencia Escolar Vida Saludable). México.
- [13] Secretaría de Salud. (2020). Marco Legal de COVID 19. Chihuahua: Secretaría de Salud. Obtenido de www.chihuahua.gob.mx
- [14] Superior, L. G. (20 de abril de 2021). Las opciones que comprende la educación superior. México: Diario Oficial de la Federación.
- [15] Tecnológico Nacional de México. (2021, marzo). Medidas generales de promoción de la salud. México: Tecnológico Nacional de México. Obtenido de <https://www.tecnm.mx>
- [16] Tecnológico Nacional de México. (2021, mayo). Lineamientos y Estrategias Generales. México: Tecnológico Nacional de México. Obtenido de <https://www.tecnm.mx/>

ANEXOS

GESTIÓN SANITARIA Y CONTINGENCIA COVID - 19

INFORME DIAGNÓSTICO y de propuesta para MEJORES PRÁCTICAS

El presente informe se elaboró a partir de la información recabada por el equipo de trabajo en el Centro de Trabajo Asesorado en el "Tallón Diagnostico" elaborado por el equipo del Centro de Coordinación Intersectorial Tecnológica y Epidemiológica del TecNM Campus Ciudad Juárez. El "Tallón Diagnostico" se desarrolló siguiendo los criterios de la Secretaría de Salud de México, así como los más altos estándares propuestos por organismos internacionales como el CDC (Center for Disease Control, USA) y la OMS (Organización Mundial de la Salud) en el marco de la pandemia del COVID-19.

El objetivo del "Tallón Diagnostico" es seguir en su más firme todas las acciones realizadas para garantizar la seguridad sanitaria por el Centro de Trabajo Asesorado y así formar un diagnóstico que permita generar nuevas acciones a partir de los productos utilizados y procesos implementados, incorporar mayor eficiencia a los recursos y colaborar con el proceso de innovación y mejoras prácticas que eleven mayor seguridad física y psicológica a los resultados de la interacción Ciudad del Conocimiento, del Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Juárez.

Se tomaron en cuenta 5 criterios base que reflejan las medidas implementadas por el Centro de Trabajo Asesorado: 1. El conocimiento y control de los riesgos físicos; 2. La higiene; 3. La prevención; 4. La promoción de la salud (comunicación y capacitación) y 5. La estrategia digital. El presente informe orienta en qué fase de la escala de diagnóstico se encuentra la empresa en la aplicación e implementación de acciones y mejoras para el desarrollo de su gestión y para enfrentar el futuro con una mayor prevención.



Aclaraciones

El presente informe orienta en cuál de los 4 niveles de la escala de diagnóstico para el riesgo epidemiológico se encuentra la empresa (nota: cuando se vea el respecto de la aplicación e implementación de acciones y mejoras, tanto para el desarrollo de su gestión como para enfrentar el futuro con una mayor prevención. (Nota: cabe destacar que la escala de diagnóstico es una rúbrica expresional independiente del resultado epidemiológico asociado por el gobierno de México).

Anexo 1. Resultados de Tool Box.

Para el establecimiento de dichos puntajes se asignan los criterios según las normas mencionadas asignando una escala del 0 al 5 donde 0 es que no cumple con el estándar mínimo, 1 a 4 cumple con los estándares básicos y 5 que cumple con el estándar máximo.

Los procesos básicos son aquellos que son necesarios según las normas mencionadas y se establecieron priorizados 1, 2 y 3, siendo 1 aquellos indispensables y urgentes, 2 los que requieren una organización mayor; y 3 los que requieren una planificación mayor. Los procesos básicos pueden tener puntajes de 0 a 4.

Los procesos técnicos son los que se asocian a las mejores prácticas y tienen el mayor puntaje 5.

Análisis de Estrategia Ciudad del Conocimiento del Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Juárez

Con referencia al Tallón completado el día 27 de octubre del 2021 por el centro de trabajo en asesoría de la Estrategia Ciudad del Conocimiento del Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Juárez con base en Ciudad Juárez, Chihuahua, se obtuvo el siguiente análisis de situación actual:

Indicador	Valor	Calificación	Comentarios
Procesos básicos	100	5	
Procesos técnicos	60	3	
Implementación actual	80%	4.8%	

Estrategia Ciudad del Conocimiento			
Indicador	Valor	Calificación	Comentarios
Procesos básicos	100	5	
Procesos técnicos	60	3	
Implementación actual	80%	4.8%	

Este informe preliminar se realizó con base a la información del Tallón Diagnóstico (TD), sin haber tenido contacto físico con el personal de Campus II del Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Juárez.

Es posible que el resultado del análisis sea más realista a que varios criterios indispensables del apartado Impulsos para centros de trabajo que se encuentran en el rango de 100 a 1000 personas en el centro de trabajo considero necesario el uso de ingredientes activos más eficientes y que en un plan de gestión sanitaria evaluar el costo de los productos que se utilizan actualmente. También es posible que de acuerdo a la periodicidad trimestral planeada en el proceso de certificación se realice para el volumen de personal y las tareas que se desarrollan en el centro de trabajo.

Anexo 2. Resultados de Tool Box.

SINTEISIS DE SEGUENCIAS sobre ACCIONES, PRODUCTOS Y MEDIDAS PRÁCTICAS

Promoción de la salud, mejores prácticas

Se de vital importancia contar con procesos en gestión de diseñados y materiales que sean sencillos y fáciles de implementar, como: carteles, volantes, videos educativos, del área de colectividad y comunidad. También incorporar protocolos de bioseguridad de artículos personales y materiales que ingresan al centro de trabajo, así como: prestar especial atención a baños, oficinas, biblioteca, zonas de esparcimiento y la zona de salud y laboratorios, ya que son considero zonas de riesgo.

Se recomienda contar con acciones controladas y establecer un programa de capacitación que incluya un plan de acciones a seguir en caso de emergencia de riesgo.

El diseño de un programa de capacitación flexible por generos de alta riesgo que incluya con alta experiencia en los procesos y acciones que se realizan durante el desarrollo de actividades normalizadas o semi normalizadas planeado para el primer ciclo pueda ser atractivo para las personas que están obligadas a ser receptor al centro de trabajo, y muy del por aquellas más jóvenes que realizan las tareas en la oficina.

Señalar muy del y sencillo incorporar códigos QR para el acceso y áreas de equipamiento y proveedores, que se pueden servir vía WhatsApp, aplicando el ingreso (pueden establecerse horarios para los usuarios), y ambiente agradablemente.

Producto y aplicación

En primer lugar es importante revisar la frecuencia con la que actualmente se realiza la certificación para que la misma sea efectiva y tenga la durabilidad esperada, ya que, con base en la cantidad limitada de personal que labora en la empresa, se recomienda realizar de manera diaria. Por otro lado, puede ser interesante considerar la incorporación de una Tarjeta Indicadora y/o Indicador (Agrupada) para realizar intervenciones y poder lograr mayor eficiencia a menor esfuerzo, con la frecuencia recomendada.

Diagrama tomar en cuenta los indicadores de momento del diagnóstico inicial (01/04/2020) para compararlos con los resultados que se van obteniendo a partir de la aplicación de acciones y mejoras prácticas (recomendación: realizar la actualización del Tool Box al menos cada 6 meses cuando se encuentre en operación el centro de trabajo). El Tallón puede ser también una buena herramienta de seguimiento para observar nuevas acciones y mejoras, verificando desde su caso de ser necesario, su embargo si necesario complementarlo con un plan de acción y seguimiento personalizable de acuerdo a la planeación futura del centro de trabajo para estar listo en el registro e actividades y mantener una gestión sanitaria eficiente.

Aclaraciones

Este documento son recomendaciones generales y generales. No la habido una entrevista personal con las responsables para conocer mejor el funcionamiento del centro de trabajo, de manera de poder ajustar las acciones a las necesidades particulares del negocio.

Anexo 3. Resultados de Tool Box.

ROL DE CONTRIBUCIÓN

Rol de Contribución	Autor(es)
Conceptualización	Gonzalo Rodríguez Villanueva (principal), Ernesto Alonso Lagarda Leyva (igual), Mario Macario Ruíz Grijalva (que apoya).
Metodología	Jesús Elisabeth Sánchez Padilla (principal), Mario Macario Ruíz Grijalva (igual), Ernesto Alonso Lagarda Leyva (que apoya).
Software	Mario Macario Ruíz Grijalva (principal), Ernesto Alonso Lagarda Leyva (igual), Gonzalo Rodríguez Villanueva (que apoya).
Validación	Gonzalo Rodríguez Villanueva (principal), Ernesto Alonso Lagarda Leyva (igual), Mario Macario Ruíz Grijalva (que apoya).
Análisis Formal	Jeovany Rafael Rodríguez Mejía (principal), Mario Macario Ruíz Grijalva (igual), Gonzalo Rodríguez Villanueva (que apoya).
Investigación	Jesús Elisabeth Sánchez Padilla (principal), Mario Macario Ruíz Grijalva (igual), Jeovany Rafael Rodríguez Mejía (que apoya).
Recursos	Mario Macario Ruíz Grijalva (principal), Ernesto Alonso Lagarda Leyva (igual), Gonzalo Rodríguez Villanueva (que apoya).
Curación de datos	Jeovany Rafael Rodríguez Mejía (principal), Mario Macario Ruíz Grijalva (igual), Gonzalo Rodríguez Villanueva (que apoya).
Escritura - Preparación del borrador original	Jesús Elisabeth Sánchez Padilla (principal), Mario Macario Ruíz Grijalva (igual), Ernesto Alonso Lagarda Leyva (que apoya).
Escritura - Revisión y edición	Jesús Elisabeth Sánchez Padilla (principal), Ernesto Alonso Lagarda Leyva (igual), Gonzalo Rodríguez Villanueva (que apoya).
Visualización	Ernesto Alonso Lagarda Leyva (principal), Mario Macario Ruíz Grijalva (igual), Gonzalo Rodríguez Villanueva (que apoya).
Supervisión	Ernesto Alonso Lagarda Leyva (principal), Mario Macario Ruíz Grijalva (igual), Gonzalo Rodríguez Villanueva (que apoya).
Administración de Proyectos	Jesús Elisabeth Sánchez Padilla (principal), Mario Macario Ruíz Grijalva (igual), Jeovany Rafael Rodríguez Mejía (que apoya).
Adquisición de fondos	Jesús Elisabeth Sánchez Padilla (principal), Mario Macario Ruíz Grijalva (igual), Jeovany Rafael Rodríguez Mejía (que apoya).

DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE CLIENTES ANTICIPADAS CON LA UTILIZACIÓN DE MODELOS DE PRONÓSTICOS PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTO MÉDICO

Carlos Antonio Fernández Muñoz¹, Manuel Alonso Rodríguez Morachis²,
Luz Elena Terrazas Mata³, Francisco Zorrilla Briones⁴

¹Ingeniero en Sistemas Computacionales. Estudiante de la Maestría en Ingeniería Administrativa. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Estudios de Posgrado e Investigación. fernandezmunozcarlos@gmail.com. Tel. 6566882500. Av. Tecnológico No. 1340, Fraccionamiento El Crucero, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32340.

²Doctor en Ciencias en Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Estudios de Posgrado e Investigación. mmorachis@itcj.edu.mx. Tel. 6566882500. Av. Tecnológico No. 1340, Fraccionamiento El Crucero, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32340.

³Doctora en Ciencias de la Ingeniería. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Estudios de Posgrado e Investigación. lterrazas@itcj.edu.mx. Tel. 6566882500. Av. Tecnológico No. 1340, Fraccionamiento El Crucero, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32340.

⁴Doctor en Ciencias en Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Estudios de Posgrado e Investigación. fzorrilla@itcj.edu.mx. Tel. 6566882500. Av. Tecnológico No. 1340, Fraccionamiento El Crucero, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32340.

Resumen -- La fase de planeación es esencial para cualquier empresa manufacturera, en base a una buena planeación se toman decisiones en todos los departamentos que la integran, como por ejemplo recursos humanos, infraestructura, capacidad instalada, solo por mencionar algunos. Esto depende en gran medida del conocimiento de la demanda de ventas que se tendrá en el periodo a planear. El presente artículo es el resultado de una investigación realizada en una empresa manufacturera del ramo médico en Ciudad, Juárez, Chihuahua. Su mayor problema es el desconocimiento de la demanda de forma anticipada, ocasionando problemas de inventarios, capacidad de producción y entregas a tiempo a los clientes, entre otros. A través del presente estudio se pretende analizar el comportamiento de ventas de uno de los productos con mayor oportunidad de mejora, buscando el mejor modelo de pronóstico y con esto ayudar a preparar una planeación óptima. Para lo anterior, se colectaron datos históricos de 38 meses del artículo a investigar, revisando el comportamiento de los mismos y utilizar el modelo de pronósticos al cual se ajustan, verificando y validando por un periodo de 4 meses. El resultado obtenido fue obtener un pronóstico más asertivo e incrementar la entrega de órdenes de clientes a tiempo del 50% al 80%.

Palabras Clave -- Pronósticos, producto médico, series de tiempo, método de Holt, método de Holt-Winters.

Abstract -- The planning phase is essential for any manufacturing company, based on good planning, decisions are made in all the departments that comprise it, such as human resources, infrastructure, installed capacity, just to mention a few. This depends largely on the knowledge of the sales demand that will be had in the period to be planned. This paper is the result of an

investigation carried out in a manufacturing company in the medical field in Ciudad, Juárez, Chihuahua. Its biggest problem is the lack of knowledge of the demand in advance, causing inventory problems, production capacity and timely deliveries to customers, among others. Through this study, it is intended to analyze the sales behavior of one of the products with the greatest opportunity for improvement, looking for the best forecast model and with this help to prepare an optimal planning. For the above, historical data of 38 months of the article to be investigated were collected, reviewing their behavior and using the forecast model to which they fit, verifying and validating for a period of 4 months. The result obtained was to obtain a more assertive forecast and increase the delivery of customer orders on time from 50% to 80%.

Key words – Forecast, medical product, time series, Holt method, Holt-Winters method.

INTRODUCCIÓN

La planificación de la producción establece lo que puede ser fabricado con los recursos que se dispone y sus necesidades; es uno de los procesos más importantes en el día a día de las empresas de manufactura.

A su vez, permite conocer las horas de trabajo necesarias para producir, los movimientos de inventario, lo necesario para embarcar el producto terminado y el desgaste que se presentara de las maquinas involucradas en los distintos procesos de producción, esto solo por mencionar algunas variables que dependen de este proceso.

Debido a esto, es importante tener un proceso estándar que guíe a los planeadores de producción a llevar a cabo su tarea de manera sistemática involucrando todo lo necesario para que se tomen decisiones eficientes que mejoren la productividad y reduzcan costos en los diferentes procesos.

Para una planeación eficiente es indispensable contar con datos confiables de la demanda futura, al contar con demandas inciertas una forma de obtener datos asertivos es mediante modelos de pronóstico.

El presente trabajo está enfocado en una planta de manufactura en Ciudad Juárez, Chihuahua, México, en el área de electrónicos en las celdas que por su naturaleza solo manufacturan un tipo de producto.

La situación actual de la empresa reflejada en los métricos de la compañía no es alentadora, estando por debajo del 50% de órdenes entregadas a tiempo a los diferentes clientes, ya sean cliente final u otro sitio de manufactura dentro de la misma compañía.

Una de las principales razones por las cuales la organización experimenta en este tipo de problemática es por una mala planeación de producción, siendo creada de forma no sistematizada, basándose en la experiencia del planeador de producción, debido a que no se cuenta con una fuente confiable de los requerimientos de los clientes con antelación.

Debido a lo anterior, al planeador de producción solo le es posible generar el plan para el día en curso, muchas veces de forma ineficiente, ya que algunas ocasiones se excede la capacidad de la línea lo que genera tiempo extra innecesario.

A su vez, al intentar mejorar el métrico de entrega a tiempo, el planeador de producción erróneamente hace caso omiso a ordenes vencidas, quedando rezagadas ocasionando quejas del cliente ya que su producto no estuvo a tiempo. Cabe mencionar que al ser producto médico hay vidas que dependen de que el producto esté en el lugar correcto el día que se solicitó.

La investigación está enfocada en responder a la siguiente pregunta: ¿Cuál es la metodología de pronósticos más apropiada y confiable para determinar los requerimientos de los clientes que ayude a eficientizar los planes de producción? A su

vez, en corroborar la hipótesis: La metodología de pronósticos cuantitativos determinará la demanda de los clientes de una manera confiable y eficiente para elaborar los planes de producción.

MARCO TEÓRICO

Una cadena de suministro se compone de todas las partes involucradas, directa o indirectamente, para satisfacer la petición de un cliente. Se incluye tanto al fabricante y proveedores como a los transportistas, almacenistas, vendedores hasta llegar al cliente mismo [1].

De acuerdo con lo anterior, se requieren aplicar algunos principios fundamentales de planeación, en donde se busque maximizar la utilidad de cada una de las etapas de la cadena de suministro y a su vez controlar el proceso que lo origina.

La planeación es un componente de cualquier organización de manufactura que interactúa con el resto de la organización, las decisiones en ella tomadas afectan la producción y viceversa. Dentro de esta actividad se determina lo que es necesario producir de acuerdo con las necesidades del mercado y con esto los recursos necesarios para lograr la producción determinada, ya sean recursos humanos, maquinaria, lugar entre otros.

En contextos industriales, la demanda es cada vez es más incierta, además de que numerosos factores se han encontrado en tal fenómeno, debido a que se quiere cumplir con la satisfacción del cliente [2].

De acuerdo con lo que se menciona en [3], un pronóstico puede definirse como el resultado de la aplicación de un método de predicción, en el que partiendo de determinadas series de datos se formula una proyección en el futuro con el objetivo de evaluar la ocurrencia probable de cualquier acontecimiento o el desarrollo de una tendencia.

El pronóstico de la demanda de los clientes inicia la actividad de planeación y control de la producción (PCP). Las compras comunican al sistema de producción los insumos proporcionados por los proveedores externos. La planeación a largo plazo garantiza que la capacidad futura será adecuada para cumplir con la demanda futura, y puede incluir equipo, personal y también materiales [4].

Para [5], la exactitud de los pronósticos afecta significativamente el rendimiento en general de toda la cadena de suministro. Cada departamento genera su proceso en respuesta de la señal de demanda. La exactitud del pronóstico mejorará significativamente la planeación de la producción, planeación de la capacidad, planeación de los requerimientos de materiales y niveles de inventario. Los pronósticos de la demanda forman la base de toda la planeación de la cadena de suministro [1].

La clave para entender los problemas de pronósticos es comprender el proceso. Para la demanda de un artículo es imposible conocer por completo el proceso, por lo que solo se puede esperar conocerlo cada vez mejor y hacer las suposiciones necesarias para crear los pronósticos. Para crear el pronóstico se examinan las características del problema, se analizan los datos y se establece una meta [6].

El inicio de los sistemas de planeación se da a partir de demandas reales o esperadas de los clientes, por lo que la producción deberá iniciar a partir de demandas esperadas basadas en pronósticos de las mismas [7].

Las aplicaciones de los diversos métodos de pronósticos son muy variadas; en áreas de la Ingeniería, ciencias sociales, ciencias económicas, ciencias de la salud, etc. en temas como; compra de materiales [8], control de inventarios [9] y [10], planeación de la producción [11] y [12], comportamiento de COVID-19 [12] y [14].

Promedios móviles. Este método es óptimo para patrones de demanda aleatorios, sin tendencia o estacionalidad observable y se utiliza cuando se desea darle mayor importancia a un conjunto de datos recientes y se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos. El método de promedio móvil se emplea cuando la demanda no tiene tendencia o estacionalidad observables [1]. La ecuación (1) se utiliza para el cálculo del pronóstico mediante promedio móvil.

$$F_t = \frac{\sum_{i=1}^n S_{t-i}}{n} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

F_t = Pronóstico para el periodo de tiempo t .

$S(t-i)$ = Demanda para el periodo i .

n = Número total de periodos de tiempo.

Suavización exponencial simple. De acuerdo con [15], las técnicas de suavizamiento exponencial son las más utilizadas, son parte integral de la mayoría de los programas computacionales de pronóstico. Es óptimo para patrones de demanda aleatorios o nivelados, donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en periodos de demanda reciente. La ecuación (2) se utiliza para el cálculo del pronóstico mediante suavización exponencial simple.

$$F_t = \alpha A(t-1) + (1-\alpha) F(t-1) \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

F_t = Pronóstico de la demanda para el periodo t .

$F(t-1)$ = Pronóstico para el periodo $t-1$.

$A(t-1)$ = Demanda real para el periodo de tiempo $t-1$

α = Constante de suavización ($0 \leq \alpha \leq 1.0$).

Método de Holt. Desarrollado por [16] y se aplica cuando existe una tendencia significativa en los datos históricos de demanda. Cuando la tendencia es significativa, los métodos de suavizamiento exponencial deben modificarse, en caso contrario, los pronósticos siempre estarán por arriba o por debajo de la demanda real [17]. El modelo de Holt utiliza las ecuaciones (3), (4) y (5) para el cálculo del pronóstico.

$$S_t = \alpha A(t-1) + (1-\alpha) (S(t-1) + T(t-1)) \quad \text{Ec. (3)}$$

$$T_t = \beta (S_t - S(t-1)) + (1-\beta) T(t-1) \quad \text{Ec. (4)}$$

$$F_t = S_t + T_t \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

F_t = Pronóstico con tendencia corregida para el "periodo" t .

S_t = Pronóstico inicial para el periodo t .

T_t = Tendencia para el periodo t .

A_t = Demanda real para el periodo de tiempo t .

B = Constante de ajuste de tendencia ($0 \leq \beta \leq 1.0$).

α = Constante de suavización ($0 \leq \alpha \leq 1.0$).

Método Winters. Este método fue desarrollado por [18] y es una extensión del método de Holt, además de la tendencia considera efectos de las fluctuaciones en las series de tiempo (estacionalidad). Es importante cumplir con las siguientes condiciones para la aplicación de este método. Debe existir una razón conocida para los picos y valles periódicos en el patrón de la demanda y esta variación debe ser constante cada año y la variación estacional debe ser

mayor que las variaciones aleatorias. De acuerdo con [19], al analizar la demanda de ciertos productos de supermercado con índices estacionales es posible pronosticar la demanda mediante métodos de suavización con resultados confiables. Las ecuaciones (6), (7), (8) y (9) se utilizan para el cálculo del pronóstico de demanda mediante el método Winters.

$$S_t = \alpha \left(\frac{A_{t-1}}{I_{t-1-L}} \right) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad \text{Ec. (6)}$$

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_t \quad \text{Ec. (7)}$$

$$I_{t-1} = \gamma \left(\frac{A_{t-1}}{S_{t-1}} \right) + (1 - \gamma)I_{t-1-L} \quad \text{Ec. (8)}$$

$$F_t = (S_t + T_t)I_{t-L} \quad \text{Ec. (9)}$$

Donde:

F_t = Pronóstico corregido en tendencia y estacionalidad para periodo t .

S_t = Pronóstico inicial para el periodo t .

T_t = Tendencia para el periodo t .

A_t = Demanda real para el periodo de tiempo t .

β = Constante de ajuste de tendencia ($0 \leq \beta \leq 1.0$).

α = Constante de suavización ($0 \leq \alpha \leq 1.0$).

γ = Constante de ajuste sobre el índice de Estacionalidad ($0 \leq \gamma \leq 1.0$).

I_t = Índice de estacionalidad para el periodo t .

L = Tiempo para una estación completa.

Error de pronósticos. El término error se refiere a la diferencia entre el valor de pronóstico y lo que ocurrió en realidad. En estadística estos errores se conocen como residuales [15].

La notación básica para el error en los pronósticos es:

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t \quad \text{Ec. (10)}$$

Donde:

e_t = Error de pronóstico en el periodo t .

Y_t = Valor real en el periodo t .

\hat{Y}_t = Valor del pronóstico en el periodo t .

Una medida del error de pronóstico es el error cuadrático medio (MSE, Mean Square Error, por sus siglas en inglés). Utilizar el MSE es una buena idea si se requiere comparar métodos de pronóstico si el costo de un error grande es mucho mayor que la ganancia derivada de pronósticos muy precisos [1].

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2 \quad \text{Ec. (11)}$$

Donde:

t = Número del periodo.

e_t = Error del periodo t .

n = Número total de periodos.

La desviación absoluta media (MAD, Mean Absolute Deviation, por sus siglas en inglés) mide la dispersión de un valor observado en relación con un valor esperado. Se puede expresar la MAD matemáticamente de la siguiente manera:

$$\text{MAD} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| \quad \text{Ec. (12)}$$

Donde:

t = Número del periodo.

e_t = Error del pronóstico para el periodo t .

n = Número total de periodos.

DESARROLLO

Es importante recordar que la presente investigación se llevó a cabo en una empresa de manufactura que cuenta con sede en Ciudad Juárez, Chihuahua, México, donde se pretende implementar un método de pronóstico cuantitativo que proporcione un cálculo de la demanda de forma anticipada a corto plazo y con esto generar una planeación de producción eficiente de acuerdo con los datos históricos obtenidos del producto PDM, seleccionado por su alto volumen, siendo uno de los productos con métricos por debajo de lo esperado.

Análisis de la demanda

Es necesario buscar patrones dentro de la demanda real del producto a investigar para poder seleccionar un método de pronóstico eficiente. Dichos patrones son la tendencia, estacionalidad y ciclicidad, esto con el fin de analizar estos patrones y determinar la técnica apropiada. El pronóstico debe ajustarse a los datos históricos para que sea funcional con los datos pronosticados del periodo futuro. Por medio del estudio de la tendencia de los datos, es posible visualizar un comportamiento de la demanda a futuro a mediano plazo. Para el análisis de la estacionalidad es necesario analizar los cambios que se presentan por temporada y son debido a influencias estacionales. La ciclicidad en la demanda se obtiene

determinando periodos de tiempo, regularmente de un año.

Prueba de métodos cuantitativos de pronóstico

Después del análisis de datos, para este estudio se decidió trabajar con métodos de pronóstico cuantitativos, ya que son modelos matemáticos que se basan en datos históricos y que permiten hacer una proyección futura de la demanda a corto plazo. Los métodos que se seleccionaron son Promedios Móviles, Suavización Exponencial Simple, Método de Holt y Método Holt-Winters.

Medición del error y selección del pronóstico adecuado

Después de la recopilación de los datos históricos e implementar los métodos de pronóstico cuantitativos mencionados, se obtiene el error del pronóstico que es la cercanía entre el pronóstico y la demanda real. Seguimiento y verificación de la técnica y resultados Concluido cada periodo, es necesario seguir obteniendo la información de la demanda real con el fin de mantener actualizado el modelo, de esta manera se observará si el método de pronóstico seleccionado se continúa ajustando a los datos de demanda real y si el plan de producción es el óptimo en base a los requerimientos de la empresa.

Planteamiento de la hipótesis estadística

La hipótesis inicial del presente estudio es que la metodología de pronósticos cuantitativos determinara la demanda de los clientes de una manera confiable y eficiente para elaborar los planes de producción. Esto se puede plantear de manera estadística mediante el análisis de comparación de medias donde la media de los datos reales y la media de los datos pronosticados son estadísticamente iguales.

Adicional se planteará una prueba de varianzas para probar que el grado de dispersión de los datos es igual para los datos reales como para los datos pronosticados.

Lo anterior significa que se probará que la hipótesis que los datos se ajustan al pronóstico que al efecto proporciona el modelo. De no ser así se rechaza la hipótesis nula en favor de la alternativa y se concluiría que los datos reales no se ajustan a los datos pronosticados.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se analizaron 4 métodos de pronóstico promedios móviles, suavización exponencial simple, método de Holt y método Holt-Winters con la ayuda del software Minitab®, obteniendo resultados que arrojaron el método de pronóstico adecuado para la toma de decisiones.

El método de pronóstico de promedios móviles se descarta, ya que, aunque los valores de medición del error son bajos, el comportamiento de la demanda real en comparación con la demanda pronosticada es diferente en la mayoría de los periodos analizados.

El método Holt-Winters queda de la misma manera descartado por que el comportamiento de la demanda no presenta estacionalidad y al igual que promedios móviles el comportamiento de la demanda pronosticada es diferente a la demanda real. Este método se probó, solo con la intención de analizar alguna ciclicidad no perceptible que se pudiera presentar en el comportamiento de la demanda.

Al verificar el método de suavización exponencial simple, se observa que a mayor constante de suavización se obtienen mejores resultados en la comparación del comportamiento de la demanda real con la demanda pronosticada. De la misma manera que con suavización exponencial simple, el método de Holt presenta resultados favorables con constante de suavización para el nivel alta y constante de suavización para la tendencia baja, ya que la demanda presenta un ligero patrón de tendencia al alza.

Se puede concluir que tanto el método de suavización exponencial simple como el método de Holt con constantes de suavización para nivel alta ($\alpha = 0.90$ y $\alpha = 0.80$) y constante de suavización para tendencia baja ($\beta = 0.20$ y $\beta = 0.10$) son indicados para realizar un pronóstico confiable.

Para los periodos estudiados se eligió el método de Holt con constante de suavización para nivel de $\alpha = 0.80$ y constante de suavización para tendencia de $\beta = 0.10$ (figura 1) ya que, aunque el método de suavización exponencial simple presenta un error menor tanto en MAD como en MSE, el comportamiento de la demanda presenta una tendencia ascendente.

Después de seleccionado el método de pronóstico más asertivo para el producto analizado se procedió a probar la hipótesis estadística mediante una prueba

de comparación de medias y de comparación de varianzas donde las muestras corresponden a la demanda pronosticada y la demanda real.

Al realizar la prueba de normalidad de Anderson-Darling, se observa que los datos analizados siguen una distribución normal al obtener un valor de P (P-Value = 0.462) mayor a 0.05 por lo tanto, es posible utilizar pruebas paramétricas de comparación de muestras. De acuerdo con el valor P (P-Value = 0.950) mostrado en la figura 2 se asumen medias iguales por lo tanto es aceptada la hipótesis nula. En la figura 3 se observa el diagrama de cajas comparando las medias de demanda y pronóstico respectivamente.

En base al resultado de la prueba de hipótesis de dos varianzas, de acuerdo con el valor P (P-Value = 0.884) es mayor que el nivel de significancia, por lo tanto, se asumen varianzas iguales.

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de la demanda pronosticada contra la demanda real a partir del mes de noviembre del 2020.

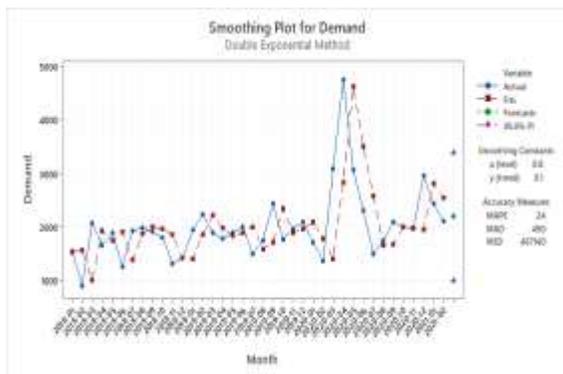


Figura 1. Gráfico de suavización exponencial doble con coeficiente de suavización $\alpha = 0.80$ y $\beta = 0.10$.

Test		
Null hypothesis	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Alternative hypothesis	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
<u>T-Value</u>	<u>DF</u>	<u>P-Value</u>
-0.06	74	0.950

Figura 2. Resultado de la prueba T de dos muestras.

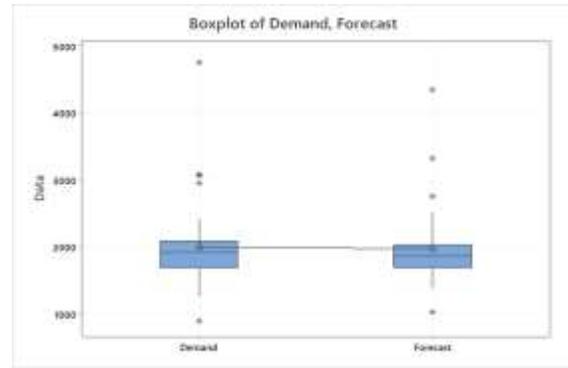


Figura 3. Diagrama de cajas de comparación de medias.

Tabla 1. Resultados de pronóstico contra demanda.

Mes	Demanda real	Pronóstico
2020-11	1961	1978.60
2020-12	2946	1947.07
2021-01	2421	2808.68
2021-02	2102	2529.99

Con los resultados obtenidos, el porcentaje de órdenes entregadas a tiempo a los clientes, se incrementó del 50% al 80% obteniendo un impacto favorable a los requerimientos del cliente.

La utilización de modelos de suavización exponencial simple, suavización exponencial Holt y suavización exponencial Holt y Winters de pronósticos en la industria manufacturera, ha tenido un impacto significativamente positivo en áreas como la planeación de la producción en sectores eléctrico y metal-mecánico [11] y [12], en el control de inventario en el sector electrónico [9], reducción de costos de inventario en el sector computacional [10], procuración de material prima en el sector electrónico [8], establecimiento de demandas para ofertas en el sector comercial [19].

CONCLUSIONES

De los modelos de pronóstico seleccionados, el método de Holt fue el que muestra mejores resultados, teniendo un comportamiento regular entre lo pronosticado y la demanda real siendo probado de manera estadística con una prueba de hipótesis de comparación de medias con dos muestras y de comparación de varianzas, mostrando valores que indican que las medias y la dispersión son iguales en ambas muestras.

En base a lo anterior se concluye que con el método seleccionado se le permitirá a la empresa tener datos de demanda anticipada y con esto planear de una manera óptima el producto estudiado, disminuyendo el número de ordenes vencidas e incrementando el métrico de entrega a tiempo. De igual manera, se considera a la hipótesis como aceptada ya que fue posible determinar de manera anticipada el requerimiento del cliente.

Para futuras investigaciones, se recomienda aplicar el método expuesto en esta investigación ya que cuenta con una validez matemática implicando validez universal. Así mismo se recomienda la implementación del modelo propuesto en empresas del mismo ramo con productos con comportamiento similar al expuesto en esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Chopra, S. y Meindl, P. (2013). Administración de la Cadena de Suministro. Estrategia, Planeación y Operación. 5ta Ed. Pearson Educación. Naucalpan de Juárez, Estado de México, México.
- [2] Rodríguez-Coy, M. y Rodríguez-Morachis, M. (2010). Aplicación de Métodos de Pronósticos en Productos con Demandas Inciertas. 3er. Congreso Internacional de Investigación CIPITECH, Vol. 3, No. 8, 618-624.
- [3] Thomas-Manzano, S, Castro-Escobar S y Moya-Arguello, R. (2017). Pronósticos financieros: método de regresión y correlación. Caso: empresa manufacturera. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, Vol. 1, No. 31, 104-110.
- [4] Paredes-Roldan, J. (2001) Planeación y control de la producción IDIUC, Instituto de Investigaciones, Universidad de Cuenca.
- [5] Kandanand, K. (2012). A Comparison of Various Forecasting Methods for Autocorrelated Time Series. International Journal of Engineering Business Management Vol. 4.
- [6] Sipper, D. y Bulfin, R. (1998). Planeación y Control de la Producción, 1ª. Ed. McGraw Hill Interamericana Editores, Mexico, D.F.
- [7] Chapman S.N. (2006). Planificación y control de la producción. México: Pearson. Naucalpan de Juárez, Estado de México, México.
- [8] González-Luna, M., y Rodríguez-Morachis, M.A. Analysis and Selection of a Quantitative Forecasting Model for Enterprise in the Electronic Sector. International Journal of Advance Research in Science and Engineering, Vol. 6 No. 5, pp 171-180.
- [9] Serrato-Córdova, J. (2014). Análisis y Aplicación de Técnicas de Pronósticos para la Planeación y Control de Inventarios Dentro de una Empresa del Ramo Electrónico. Tesis de Maestría. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Juárez.
- [10] Nevárez-Carrasco, C.U. (2018). Reducción del Costo Total del Inventario de Suministros con el Uso de Modelos de Pronósticos. Tesis de Maestría. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Juárez.
- [11] García-Gómez, LI, J. (2015). Planeación de la Producción en Empresa Industrial de Trabajos Eléctricos Basado en Modelos de Pronósticos. Tesis de Maestría. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Juárez.
- [12] Torres-Corona, R.E. (2021). Análisis e Implementación de un Modelo de Pronóstico para la Planeación de la Producción en una Empresa Manufacturera. Tesis de Maestría. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Juárez.
- [13] Petropoulos, F., Makridakis, S., y Stylianou, N. (2022). COVID-19: Forecasting confirmed cases and deaths with a simple time series model. International journal of Forecasting, 38 (2), pp. 439-452.
- [14] Medeiros, M. C., Street, A., Valladão, D., Vasconcelos, G. y Zilberman, E. (2022). Short-Term Covid-19 forecast for latecomers. International Journal of Forecasting, 38 (2022), pp. 467,488.
- [15] Chase R., Jacobs R. y Aquilano N. (2009). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros. 12ma Ed. McGraw- Hill. México D.F. México.
- [16] Holt, C.C. (2004) Forecasting and trends by exponentially weighted moving averages. International Journal of Forecasting, 20 (2004) pp. 5-10. Reprinter version of the 1957 report to the Office of Naval Research (ONR,57).
- [17] Krajewski L., Ritzman L. y Manhotra M. (2008). Administración de Operaciones: Procesos y Cadena de Valor. 8va Ed. Pearson Educación. Naucalpan de Juárez, Estado de México, México.
- [18] Winters, P.R. (1960). Forecasting, Sales by Exponentially Weighted Moving Averages. Management Science 6 (3), pp 324-342.
- [19] Esparza-Esparza, Y. Rodríguez-Morachis, M, Alvarado Tarango, L. y Sagarnaga-Razcón, V. (2017) Análisis de la demanda de una cadena de supermercados mediante la aplicación de pronósticos. Congreso Internacional de Investigación Academia

Journals. Tuxpan, Veracruz, México. Vol 9, No.4, pp. 596-601.

ROL DE CONTRIBUCIÓN

ROL DE CONTRIBUCIÓN	NOMBRE DEL AUTOR
Conceptualización	Carlos Antonio Fernández Muñoz – principal Manuel Alonso Rodríguez Morachis - igual
Curación de datos	Carlos Antonio Fernández Muñoz – principal Manuel Alonso Rodríguez Morachis - apoya
Metodología	Carlos Antonio Fernández Muñoz – principal Manuel Alonso Rodríguez Morachis – apoya Luz Elena Terrazas Mata - apoya
Administración del proyecto	Carlos Antonio Fernández Muñoz – principal Francisco Zorrilla Briones - apoya
Recursos	Luz Elena Terrazas Mata - principal Manuel Alonso Rodríguez Morachis – apoya Francisco Zorrilla Briones - apoya
Software	Carlos Antonio Fernández Muñoz – principal Francisco Zorrilla Briones – igual Manuel Alonso Rodríguez Morachis - igual
Supervisión	Manuel Alonso Rodríguez Morachis – principal Luz Elena Terrazas Mata – apoya Francisco Zorrilla Briones - apoya
Validación	Carlos Antonio Fernández Muñoz – principal Manuel Alonso Rodríguez Morachis - igual
Visualización	Carlos Antonio Fernández Muñoz
Redacción	Carlos Antonio Fernández Muñoz – principal Manuel Alonso Rodríguez Morachis – igual Luz Elena Terrazas Mata – apoya Francisco Zorrilla Briones - apoya
Redacción	Carlos Antonio Fernández Muñoz – principal Manuel Alonso Rodríguez Morachis - igual

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA SATISFACCIÓN LABORAL Y LA EFECTIVIDAD DEL LIDERAZGO EN SUPERVISORES DE UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ

Juan Manuel Espinosa Pule¹, Francisco Zorrilla Briones², Alfonso Aldape Alamillo³,
Manuel Alonso Rodríguez Morachis⁴, Lizette Alvarado Tarango⁵

¹Licenciado en Diseño Gráfico. Estudiante de la Maestría en Ingeniería Administrativa. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Estudios de Posgrado e Investigación. Juan.Espinosa2@flex.com. 6563601565. Av. Tecnológico No. 1340, Fraccionamiento El Crucero, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32340.

²Doctor en Ciencias en Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Estudios de Posgrado e Investigación. fzorrilla@itcj.edu.mx. 6566882500. Av. Tecnológico No. 1340, Fraccionamiento El Crucero, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32340. (Autor Corresponsal).

³Doctor en Ciencias en Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Estudios de Posgrado e Investigación. aaldape@itcj.edu.mx. 6566882500. Av. Tecnológico No. 1340, Fraccionamiento El Crucero, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32340.

⁴Doctor en Ciencias en Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Estudios de Posgrado e Investigación. mmorachis@itcj.edu.mx. 6566882500. Av. Tecnológico No. 1340, Fraccionamiento El Crucero, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32340.

⁵Maestro en Ingeniería Administrativa. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Estudios de Posgrado e Investigación. lalvarado@itcj.edu.mx. 6566882500. Av. Tecnológico No. 1340, Fraccionamiento El Crucero, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32340.

Resumen -- Es importante entender el papel del control interno de la organización, ya que este apoya la conducción de los objetivos. Suponiendo que todas las cuestiones técnicas dentro de la línea de manufactura están controladas para poder laborar en tiempo y forma durante todo el día de producción, se tendrían que evaluar puntos como liderazgo y disciplina con el fin de generar una indicación confiable de la situación y de las operaciones; ya que estos ayudan a que los recursos disponibles sean utilizados en forma eficaz, asegurando que cada área de trabajo tenga un supervisor de producción el cual se apoya con un jefe de grupo, líderes y todos están pendientes del personal, control de tiempo y de las operaciones. Un empleado satisfecho con su entorno laboral y trabajo debe de ser algo de suma importancia para la administración directiva. Se ha considerado que un empleado fiel y su nivel de rotación, ausentismo son meramente dependientes de su grado de satisfacción laboral y su tipo de liderazgo hacia sus subordinados. Siendo estos factores indicadores principales de la salud y bienestar de la organización. En esta empresa se consideraron los 30 supervisores de producción, de dos plantas, para el estudio. Se aplicó un test para evaluar el estilo y efectividad del liderazgo del supervisor y otro para medir el grado de satisfacción laboral del supervisor. Se desarrolló un análisis de correlación entre estas variables y los niveles de rotación de ambas plantas.

Palabras Clave -- Satisfacción laboral, liderazgo, factor Humano.

Abstract -- It is important to understand the role of the internal control of the organization since it supports the conduct of the objectives. Assuming that all technical issues within the manufacturing line are controlled to be able to work in a timely manner throughout the production day, points such as leadership and discipline would have to be evaluated in order to generate a reliable indication of the situation and operations. ; since these help the available resources to be used effectively, ensuring that each work area has a production supervisor who is supported by a group leader, leaders and everyone who is aware of personnel, time control and operations . An employee satisfied with his work environment and work must be something of the utmost importance for the management. It has been considered that a faithful employee and his level of turnover, absenteeism are merely dependent on his degree of job satisfaction and his type of leadership towards his subordinates. Being these factors main indicators of the health and well-being of the organization. 30 production supervisors, from two plants, were considered in this study. One test was applied to evaluate the effectiveness and style of leadership of the supervisor and another one to measure the grade of Laboral satisfaction. A correlation analysis was developed to measure the

relationship between these variables and the turnover levels of both plants.

Keywords -- work satisfaction, Leadership, Human Factors.

INTRODUCCIÓN

En una maquiladora en el área Norte de ciudad Juárez, Chihuahua, México se ha detectado una brecha de tiempo perdido en todo el proceso de entrada que va desde 10 min hasta 35 min, en promedio, en que los empleados directos empiezan a trabajar y a producir de manera puntual durante su turno de producción. Debido a los protocolos de sana distancia por la contingencia de COVID-19 aun a las 6 am siguen llegando los transportes a las instalaciones provocando que el personal no logre llegar a su estación de trabajo debido a que debe seguir los protocolos de entrada. A su vez, hay de 15% a 18% de ausentismo semanal que afecta en el desempeño ya que se debe retar a los empleados presentes a cumplir con la demanda proporcionada y en muchas ocasiones se les exige más teniendo que recurrir a tiempo extra para lograr alcanzar los objetivos.

Se ha identificado que hay un área de oportunidad donde se puede incrementar la eficiencia de las líneas de producción al fomentar la puntualidad en el inicio de labores. Si bien, [1] menciona que la productividad es un indicador que mide la relación entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla, se busca hacer un análisis que nos permita ver la relación que tiene el estilo de liderazgo de los supervisores de producción con su satisfacción laboral y esto a su vez esté impactando desde el arranque de la línea de producción hasta la eficiencia en tiempo del producto terminado.

Analizando y examinando la eficiencia desde cada nivel dentro de la cadena de los procesos de trabajo, pueden existir circunstancias ajenas al empleado tales como falta de material, falta de personal, problemas eléctricos o técnicos, entre otros, que están impidiendo cumplir en tiempo y forma sus labores. Si iniciar los procesos a la hora puntual del turno guiados por un liderazgo enfocado en el cumplimiento de los objetivos planteados se podría generar un incremento en la cantidad de producto final tan solo en la primera hora, y se tendría un impacto económico positivo semanal, mensual y

anual evitando pérdidas negativas de hasta 30 o 40 mil dólares anuales.

Una de las consideraciones importantes en todos estos aspectos técnicos de la manufactura, es, sin duda, lo referente al factor humano; se busca evidenciar con datos duros y objetivos, que gran parte de los resultados dependen del estilo de liderazgo del supervisor directo en producción y de su satisfacción dentro de su entorno de trabajo. A pesar de que la relación entre el desempeño y la satisfacción no ha sido demostrada, el interés en la satisfacción en el trabajo continúa vigente entre administradores e investigadores por varias razones: ausentismo, rotación, efectividad organizacional, clima organizacional y, más recientemente, el creciente interés en muchos países en la calidad de vida laboral [2].

En el entorno de trabajo no solo se debe suplir la necesidad económica de los empleados, sino también es importante tomar en cuenta que se tenga un sentido de identidad dentro de la empresa, brindando un entorno seguro y apto donde la autoestima, el sentirse valorado y respetado por la administración superior y compañeros, sea una de las principales prioridades.

MARCO TEÓRICO

El liderazgo es una habilidad que tiene una persona para dirigir, pensar, delegar e incentivar a las personas que están bajo su responsabilidad para realizar su trabajo de una manera adecuada, correcta y con responsabilidad, se puede decir que es la influencia que se ejerce sobre otra persona. Es necesario saber que existen diferentes tipos de líderes, ya que no todos actúan de la misma manera, identificar a cada uno de ellos ayudará a poder reconocer si es un líder apto para poder cumplir con los requerimientos de la organización o encasillarlo en otro tipo [3].

Así mismo, no se ha logrado identificar una definición propia de la satisfacción laboral ya que esta ha sido adaptada a lo largo de los años según la respuesta afectiva hacia el trabajo. Algunos autores la definen como el estado emocional placentero que resulta de la percepción subjetiva de la experiencia laboral o el conjunto de emociones y actitudes que tiene el trabajador respecto a su organización y su labor en ella. [4].

El líder desempeña un papel clave en la satisfacción laboral, destacando varios estilos de liderazgos que se han descrito desde el marco de las empresas y organizaciones contemporáneas. Los estilos de liderazgo se han clasificado en varios tipos de los cuales los más conocidos o estudiados son los autocráticos y democráticos [5] y transformacional y transaccional [6]. Se debe tener en cuenta que los estilos de liderazgo existen interrelaciones entre los líderes y sus seguidores, siendo esto lo más importante para mejorar la eficiencia y la satisfacción de los empleados [7] [8]. Estos estilos de liderazgo son considerados como factores importantes que influyen en el desempeño de la organización, sea con gerentes o empleados [8].

Los conceptos de satisfacción laboral no tienen un enfoque específico hacia un mercado en particular, pero en este caso de estudio se analiza a detalle la influencia del tipo de liderazgo ejercido por los supervisores de producción en una maquiladora arnesera, a su vez se complementa con temas referentes a sistemas de manufactura esbelta, dado que, Independientemente de la forma, estructura u orientación de la filosofía, metodología, herramienta, etc., todas invariablemente, basan su actividad principal desde un enfoque del recurso humano, como pivote de todas las demás actividades dentro de la manufactura orientadas a procurar bajos inventarios, flujo continuo, eliminación de trastornos, etc.

La TLS desarrollada por Paul Hersey y Kenneth H. Blanchard propone que no existe un mejor estilo de liderazgo y que los líderes exitosos son aquellos que pueden adaptar su comportamiento como líder de tal forma que satisfaga las necesidades de sus seguidores y de la situación en particular. Para ser efectivo, el líder debe de ser capaz de diagnosticar cuál debe ser su comportamiento sobre la base del ambiente que rodea la situación en que debe ejercer su liderazgo. Además de sí mismo y sus seguidores, el líder debe tener en cuenta otros factores, por ejemplo, sus superiores, sus compañeros de trabajo, las demandas del trabajo, las políticas organizacionales, etc.

Esta teoría rompe el paradigma bi-dimensional de otras teorías ya mencionadas y propone una tercera dimensión: la efectividad. De esta forma nace un modelo tri-dimensional donde la dimensión en el eje X sigue siendo la tarea y en el eje Y la relación y en el nuevo eje Z la efectividad; modelo con el cual se trata de integrar el estilo de liderazgo con las

demandas situacionales de un medio ambiente específico. La propuesta principal de esta teoría es de que cuando el estilo del líder es apropiado a una situación dada medido por resultados, entonces se dice que es efectivo; cuando el estilo es inapropiado a la situación dada, se dice que es ineficaz [9].

Por lo anterior se tiene que los cuatro estilos que se originan en las teorías bi-dimensionales pueden ser efectivos o ineficaces dependiendo de la situación lo cual significa que no hay un estilo único de liderazgo ideal para todas las situaciones. Hersey y Blanchard argumentan que el modelo de la Rejilla Organizacional es un modelo actitudinal ya que tanto el interés por la producción, así como el interés por la gente son dimensiones actitudinales, es decir, interés es un sentimiento o emoción hacia algo. Mientras que su modelo y el de la Universidad Estatal de Ohio miden cómo se comporta la gente; el modelo de la Rejilla Organizacional mide la predisposición hacia la producción y la gente. El Liderazgo Situacional de Hersey y Blanchard se basa en una interrelación entre tres variables:

1. La medida del comportamiento del líder hacia la tarea, es decir la dirección y guía que son proporcionadas por el líder para la ejecución del trabajo con un objetivo determinado: indicándoles qué, cuándo, dónde y cómo realizar el trabajo. Es decir, establece las metas y define los papeles de sus seguidores,
2. La medida del comportamiento del líder hacia la relación con sus seguidores, o sea, el grado de apoyo tipo socio-emocional que es proporcionado por el líder a sus seguidores ante una situación dada y
3. El grado de madurez o nivel de voluntad que muestran los seguidores para realizar una tarea o función específica. Esta nueva variable distingue a este modelo de los de otros autores. La madurez, definida en referencia a una tarea específica que el seguidor o el grupo tiene que realizar, es: “la habilidad y disposición de las personas para aceptar la responsabilidad de dirigir su propio comportamiento” [9]. Puede notarse en esta definición que se hace énfasis en la competencia (habilidad), es decir, se hace referencia a una madurez laboral y en la motivación (disposición) del seguidor o sea una madurez psicológica que da a una persona el sentido de confianza y respeto por sí misma.

De acuerdo con lo anterior, los estilos de liderazgo básicos identificados por Hersey y Blanchard son los siguientes:

- Autoritario (Estilo 1 Decir). El cual es altamente orientado hacia la tarea y con baja orientación hacia las relaciones. Se dice que este estilo es efectivo cuando el líder que lo usa considera que sabe lo que quiere e impone sus métodos para lograrlo sin crear resentimientos. Mientras que es ineficaz si el líder no tiene confianza en los demás, es desagradable y se interesa sólo en resultados a corto plazo. Se recomienda emplear este estilo cuando el grado de madurez es bajo (M1), es decir cuando la persona o grupo no puede y no quiere (o es insegura) hacer la tarea.
- Persuasivo (Estilo 2 Vender). Estilo de liderazgo con alta orientación tanto a la tarea como a las relaciones. Se dice que es efectivo si el líder es un buen motivador que fija metas altas, pero alcanzables, y trata a cada miembro de su grupo de manera justa y equitativa y busca trabajar en equipo. Se dice que es ineficaz si el líder trata de agradar a todo el mundo y por lo tanto duda en tomar decisiones y presionar en una situación determinada. Se recomienda adoptar este estilo cuando la persona o el grupo es de madurez entre baja y moderada (M2), es decir, pueden, pero no quieren (y/o tienen confianza en sí mismas) hacer la tarea.
- Participativo (Estilo 3 Participar). Estilo con una alta orientación hacia las relaciones y baja orientación hacia la tarea. Estilo efectivo si el líder tiene fe en los demás y se preocupa por desarrollar las habilidades de sus seguidores. Estilo ineficaz si el líder es visto como quien se interesa sólo en mantener la armonía y no quiere ser quien la rompa por cumplir cierta tarea. Estilo recomendado para cuando la madurez de la persona o grupo es entre moderada y alta (M3), es decir, cuando pueden, pero no quieren (inseguras o sin voluntad).
- Delegativo (Estilo 4 Delegar). Estilo de liderazgo con un interés bajo tanto hacia la tarea como a las relaciones. Es efectivo si permite que sus seguidores tomen parte activa en la toma de decisiones, sobre todo en las referentes a cómo debe hacerse el trabajo y además no interfiere en la interacción social de sus seguidores. Es ineficaz este estilo cuando el líder es visto como un "corre y ve dile",

pasivo y sin compromiso tanto por las personas como por el trabajo. Estilo que se recomienda en el caso de que la madurez de la persona o del grupo sea alta (M4), quiere y puede, es decir, es capaz y competente y con confianza, seguridad y confianza de hacer la tarea.

La satisfacción laboral podría definirse como la actitud del trabajador frente a su propio trabajo [10]. También se entiende como una reacción afectiva que surge al contrastar la realidad laboral [11]. Dicha actitud se basa en las creencias y valores de que el trabajador desarrolla. Las actitudes son determinadas conjuntamente por las características actuales del puesto y por las percepciones que tiene el trabajador de lo que "deberían ser". Sin embargo, existen tres características del empleado que afectan las percepciones del "debería ser", y son: las necesidades, los valores y los rasgos personales. Así mismo, existen tres aspectos de la situación de empleo que afectan las percepciones del "debería ser", y estos son: las comparaciones sociales con otros empleados, las características de empleos anteriores y los grupos de referencia [12].

La relación entre los componentes personales y situacionales con la satisfacción laboral está sistematizada en la llamada "Teoría de los Dos Factores". Esta teoría supone que la satisfacción o insatisfacción del trabajador es resultado de la relación con su empleo y de sus actitudes frente al mismo. En el artículo se menciona sobre el desarrollo de la teoría a partir de entrevistas con 200 ingenieros y contadores, quienes describieron experiencias de trabajo excepcionalmente buenas o malas, y se las llamó "incidentes críticos". El análisis de estos informes mostró que la sensación de logro, el avance profesional, la responsabilidad y el reconocimiento habían sido recordados principalmente como fuentes de experiencias positivas relacionados con la tarea. En el otro extremo, el pago, la supervisión, las relaciones interpersonales, las condiciones de trabajo y políticas de la empresa eran referidas principalmente como causa de experiencias negativas [13].

La satisfacción laboral se ha analizado desde distintas variantes científicas y metodológicas, así como desde diversas disciplinas científicas, tratando de definirla en diferentes estudios, conceptuándola como, "un estado emocional positivo o agradable, resultado de la valoración que el individuo hace de su trabajo o de sus experiencias con el mismo" [14].

El JDI es un cuestionario que arroja el nivel de satisfacción del empleado en distintos rubros: Satisfacción en el trabajo que se hace; Salario; Oportunidades de Promoción; Supervisión en el Trabajo; Compañeros de Trabajo; Índice Global.

DESARROLLO

La literatura revisada sugiere una relación entre el estilo de liderazgo usado por el "jefe inmediato" y la satisfacción en el trabajo de sus seguidores, relación que se ha tratado de explicar bajo el enfoque de diversas teorías de liderazgo incluyendo la TLS. Este estudio buscó contrastar esta premisa con datos duros. En este estudio se consideraron personas con gente bajo su cargo en la empresa, acotando el sujeto a supervisores de producción de primera línea. Se decidió, junto con la Administración de la empresa, incluir a los 30 supervisores de producción de ambas plantas y ambos turnos de las principales líneas de producción.

Para recabar los datos requeridos para probar las hipótesis se utilizó el cuestionario para datos demográficos, un cuestionario JDI (Job Description Index) para evaluar el grado de satisfacción laboral y un cuestionario LEAD para definir el estilo de liderazgo. Debe notarse que ambos cuestionarios están ampliamente validados en la literatura correspondiente. Se tomó en cuenta una lista de bajas de cada supervisor que toma en cuenta los años 2021 y 2022, esto con el fin de tratar de correlacionar las tres variables: Efectividad del Liderazgo, Satisfacción laboral y el índice de bajas de los empleados a cargo de los supervisores estudiados. Planteamiento de la hipótesis estadística

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

$H_0: \rho_{x_1,y} = 0$ Ec. (1)

$H_1: \rho_{x_1,y} > 0$ Ec. (2)

$H_0: \rho_{x_2,y} = 0$ Ec. (3)

$H_1: \rho_{x_2,y} > 0$ Ec. (4)

$H_0: \rho_{x_3,y} = 0$ Ec. (5)

$H_1: \rho_{x_3,y} > 0$ Ec. (6)

Donde:

- x1 Efectividad del Liderazgo
- x2 Estilo del Liderazgo
- x3 Índice de Satisfacción Laboral

y Número de bajas (2021,2022)
 ρ Coeficiente de Correlación de Spearman

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la figura 1 se muestra un resumen de los resultados de la encuesta LEAD, así como las bajas por supervisor correspondientes al 2021 y 2022. El supervisor 9 fue eliminado del estudio, dado que no tiene personal a su cargo.

ID	Bajas 2021	Bajas 2022	Total Bajas	ES	EL	EF	SE	EFFECT
Supervisor 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 2	1	0	1	0	0	0	0	0
Supervisor 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 5	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 6	1	0	1	0	0	0	0	0
Supervisor 7	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 8	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 10	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 11	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 12	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 13	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 14	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 15	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 16	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 17	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 18	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 19	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 20	1	1	2	0	0	0	0	0
Supervisor 21	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 22	1	1	2	0	0	0	0	0
Supervisor 23	1	1	2	0	0	0	0	0
Supervisor 24	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 25	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 26	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 27	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 28	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 29	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisor 30	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 1. Resumen de Resultados Encuesta LEAD.

En la figura 2 se muestran los resultados de la encuesta JDI (Job Description Index). Se muestran los resultados por rubro y el total del indicador. Un empleado totalmente satisfecho, en cualquier rubro o en total, mostrará un porcentaje de satisfacción del 100%.

Supervisor	Efectividad %	Estilo %	Índice %	Global %	Procentaje %
Supervisor 1	77.8	88.9	77.8	81.2	81.2
Supervisor 2	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 3	77.8	88.9	77.8	81.2	81.2
Supervisor 4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 7	77.8	88.9	77.8	81.2	81.2
Supervisor 8	77.8	88.9	77.8	81.2	81.2
Supervisor 10	77.8	88.9	77.8	81.2	81.2
Supervisor 11	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 12	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 13	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 14	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 15	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 16	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 17	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 18	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 19	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 20	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 21	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 22	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 23	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 24	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 25	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 26	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 27	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 28	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 29	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Supervisor 30	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Figura 2. Resumen de Resultados Encuesta JDI.

Se calculó la matriz de correlación de cada rubro del JDI contra las bajas, por año, arrojando los resultados que se muestran en las figuras 3 y 4. La matriz muestra el valor de la correlación entre las variables incluidas y su respectivo valor p. Este valor p,

corresponde a la probabilidad de cometer el error alfa, esto es, no aceptar H_0 , cuando es verdadera. Un valor p menor al nivel de significación estipulado, generalmente 0.05, denota una significancia estadística importante.

	Bajas 2021	E1	E2	E3	E4
E1	-0.367 0.050				
E2	0.203 0.293	-0.336 0.075			
E3	0.089 0.409	-0.499 0.006	-0.587 0.001		
E4	-0.050 0.764	-0.412 0.027	-0.213 0.268	0.397 0.033	
Trabajo %	-0.430 0.020	0.377 0.044	-0.163 0.398	-0.161 0.405	0.506 0.978

Cell Contents: Spearman rho
P-Value

Figura 3. Matriz de Correlación Satisfacción en el Trabajo Vs Bajas 2021.

	Bajas 2022	E1	E2	E3	E4
E1	-0.194 0.314				
E2	0.194 0.313	-0.336 0.075			
E3	-0.107 0.580	-0.499 0.006	-0.587 0.001		
E4	0.057 0.770	-0.412 0.027	-0.213 0.268	0.397 0.033	
Trabajo %	-0.422 0.023	0.377 0.044	-0.163 0.398	-0.161 0.405	0.506 0.978

Cell Contents: Spearman rho
P-Value

Figura 4. Matriz de Correlación Satisfacción en el Trabajo Vs Bajas 2022.

En la tabla 1 se muestra un resumen, considerando únicamente la variable Bajas y cada uno de los rubros del JDI, así como la variable efectividad del liderazgo (las correlaciones entre los estilos de liderazgo y contra las bajas por año, se repiten). El primer renglón muestra el valor de Rho de correlación, el segundo renglón indica el valor p .

Tabla 1. Resumen Coeficiente de Correlación de Spearman.

	Relación con el jefe	Relación con compañeros	Sueldo	Promoción	Efectividad Liderazgo
Bajas 2021	-0.018	0.050	0.156	0.058	0.133
	0.927	0.798	0.420	0.765	0.490

Bajas 2022	-0.080	0.135	-0.026	-0.021	0.089
	0.681	0.484	0.895	0.915	0.647

Como puede verse, los valores del valor p denotan insignificancia estadística en todos los casos.

CONCLUSIONES

Como se muestra en las matrices de correlación en las figuras 3 y 4, existe una significancia importante entre el Estilo 1 de liderazgo (generalmente asociado a una tendencia autocrática), con las bajas en 2021; sin embargo, pueden apreciarse así mismo, correlaciones importantes entre las bajas (ambos años estudiados) y el nivel de satisfacción en el trabajo y de esta satisfacción en el trabajo con el estilo 1. En la figura 5 se muestra la matriz de correlación entre los 4 estilos. Puede apreciarse una correlación importante entre los estilos 1 y 2 con la efectividad del liderazgo, lo que indica que la verdadera relación significativa se da entre las bajas y el manejo de los estilos 1 y 2. Debe tenerse en cuenta que la correlación de las bajas con el estilo 1 presenta un sentido negativo, mientras que la correlación del estilo 2 es positiva; utilizar el estilo 1 afecta negativamente al índice de bajas, mientras que utilizar el estilo 2, le contribuye positivamente.

	EFECT	E1	E2	E3
E1	-0.643 0.000			
E2	0.400 0.031	-0.336 0.075		
E3	0.274 0.150	-0.499 0.006	-0.587 0.001	
E4	0.285 0.135	-0.412 0.027	-0.213 0.268	0.397 0.033

Cell Contents: Spearman rho
P-Value

Figura 5. Matriz de Correlación Entre los 4 estilos de Liderazgo.

Los resultados, en conjunto, comprueban las hipótesis planteadas; existe una correlación entre la satisfacción en el trabajo, los estilos de liderazgo manejados y el índice de bajas del personal operativo. Desde luego que existen otras variables que afectan a las bajas de los operadores, sin embargo, los resultados sugieren que la parte del estilo del liderazgo, en conjunto con la satisfacción en el trabajo del supervisor, debe ser un área de

desarrollo importante dentro de la organización. Se recomiendan acciones concretas para seleccionar y/o desarrollar habilidades de liderazgo en el personal supervisor y mejorar la percepción del supervisor de su entorno laboral.

Estos resultados con congruentes con los encontrados por otros autores, como es el caso de [15], donde determinó, a través de estudio, que el estilo 2 es altamente dominante, en un 41.3% y que mantiene una estrecha relación con la efectividad. No se muestran datos duros que prueben esta última afirmación, de aquí la contribución en este trabajo, donde los datos muestran evidencia objetiva de esta afirmación.

Por otra parte, [16] aplicaron el test Lead en Chile y España, encontrando resultados similares y congruentes, por lo que se puede aceptar este test con la universalidad suficiente.

Como futuras investigaciones se recomienda fuertemente la aplicación de este mismo proceso, pero en líneas jerárquicas superiores, entre el staff de la planta y el personal supervisor. Así mismo, se considera relevante influir, a través de estrategias bien definidas, sobre la preparación y desarrollo del personal con trabajadores a su cargo y reevaluar las mismas variables, de manera que se mejore la efectividad del liderazgo y se desarrollen estrategias de crecimiento objetivas y efectivas.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Cruelles, J. A. (2012). PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL. S. A. MARCOMBO..
 [2] Lawler, E. (1973). Motivation in work Organizations. Journal of Applied Social Psychology.
 [3] Camacho, K. A. (2018). Los estilos de liderazgo y su efecto en la satisfacción laboral. INNOVA Research Journal.
 [4] Boada, N. A. (2019). Satisfacción laboral y su relación con el desempeño laboral en una Pyme de servicios de seguridad en el Perú. Journal of Economics, Finance and International Business, 29.
 [5] K. Lewin, R. L. (1939). Patterns of Aggressive Behavior in Experimentally Created Social Climates. Journal of Social Psychology, 271–301.
 [6] Sipper, D. y Bulfin, R. (1998). Planeación y Control de la Producción, 1ª. Ed. McGraw Hill Interamericana Editores, Mexico, D.F.

[6] Bass, B. (1985). Leadership and Performance. New York: The Free.
 [7] Ramandeep, K. V. (2016). Los Estilos de Liderazgo y su efecto en la Satisfacción Laboral. Revista mensual de la UIDE extensión Guayaquil, 34-35.
 [8] Hunjra, A. I. (2010). Factors effecting job satisfaction of employees in Pakistani banking sector. African Journal of Business, 2157-2163.
 [9] Hersey, P. y Blanchard K. (1981). Estilo eficaz de dirigir: Liderazgo Situacional, No existen dos situaciones iguales. México D.F.: IDH Ediciones.
 [10] Alice H. Eagly, S. C. (1997). The Psychology of Attitudes by Alice H. Eagly, Shelly Chaiken. Journal of Marketing Research, 298-303.
 [11] Posada, J. A. (2014). Satisfacción laboral: el camino entre el crecimiento psicológico y el desempeño laboral en empresas colombianas industriales y de servicios. Universitas Psychologica.
 [12] Calle, O. E. (2010). Satisfacción Laboral: Utopía o Realidad. Corporación Universitaria de la Costa. INNOVA Research Journal.
 [13] Corina Flores H, L. D. (2015). Evaluación Cuantitativa de la Satisfacción Laboral en Personal Directivo y Operativo de Empresas de Calzado y Cuero Usuarios del IMSS, como Modelo de Atención. Ciencia & Trabajo, 202-206.
 [14] Tomás López, S. S. (2010). La satisfacción laboral como valor intangible de los recursos humanos. Un estudio de caso en establecimientos hoteleros. Teoría y Praxis, 35-53.
 [15] Del Castillo Torres, L. M. (2017). Identificación del estilo de liderazgo de los directivos de una trasnacional de seguros. Tesis publicada. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú. <https://repositorio.usil.edu.pe/handle/usil/2758>
 [16] García Mesina, L., Rossi Guzmán, T. (2001). Preferencias de estilos de liderazgo según el modelo de liderazgo situacional de Hersey y Blanchard en personal directivo y no directivo del departamento de centralización de operaciones del Banco de Crédito e Inversiones en Santiago de Chile. Universidad Andrés Bello.

<http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/16469>

ROLES DE CONTRIBUCIÓN

ROL DE CONTRIBUCIÓN	DEFINICIÓN (SOLO PONER NOMBRE DEL AUTOR)
Conceptualización	Juan Manuel Espinoza Pule (Principal) Francisco Zorrilla Briones (Igual)

	Alfonso Aldape Alamillo (apoya)
Curación de datos	Juan Manuel Espinoza Pule (Principal) Manuel Alonso Rodríguez Morachis (Apoya)
Metodología	Juan Manuel Espinoza Pule (Principal) Francisco Zorrilla Briones (Igual)
Administración del proyecto	Alfonso Aldape Alamillo (Principal)
Recursos	Juan Manuel Espinoza Pule (Principal)
Software	Juan Manuel Espinoza Pule (Principal) Francisco Zorrilla Briones (Apoya)
Supervisión	Alfonso Aldape Alamillo (Principal)
Validación	Francisco Zorrilla Briones (Principal) Juan Manuel Espinoza Pule (Apoya)
Visualización	Juan Manuel Espinoza Pule (Principal)
Redacción	Juan Manuel Espinoza Pule (Principal) Francisco Zorrilla Briones (Apoya)
Redacción	Juan Manuel Espinoza Pule (Principal) Francisco Zorrilla Briones (Igual) Alfonso Aldape Alamillo (apoya) Manuel Alonso Rodríguez Morachis (Apoya) Lizette Alvarado Tarango (Apoya)

FACTORES QUE INTERFIEREN EN LA ELABORACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA MANUFACTURA DEL PRODUCTO

Jorge Santos Farías¹, Manuel Arnoldo Rodríguez Medina²,
Lizette Alvarado Tarango³, Eduardo Rafael Poblano-Ojinaga⁴

¹Licenciatura en ingeniería en gestión empresarial. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ingeniería Eléctrica. Jorgef_18j@hotmail.com, 656-305-8356, Pradera de los Oasis II, Oasis de Turín 9631, 32674;

²Doctor en ingeniería en gestión empresarial, manuel_rodriguez_itcj@yahoo.com; División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México, IT Cd. Juárez. Av. Tecnológico No. 1340 Fraccionamiento El Crucero, CP 32500, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

³Maestra en ingeniería en gestión empresarial, lalvarado@itcj.edu.mx; División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México, IT Cd. Juárez. Av. Tecnológico No. 1340 Fraccionamiento El Crucero, CP 32500, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

⁴Doctor en ingeniería en gestión empresarial, eduardo.po@cdjuarez.tecnm.mx, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México, IT Cd. Juárez. Av. Tecnológico No. 1340 Fraccionamiento El Crucero, CP 32500, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

Resumen -- En la industria automotriz los cambios de ingeniería para la manufactura de un producto son inevitables y necesarios, la mejora de un producto es importante para garantizar la calidad establecida por el cliente, normas y procesos. La información para la gestión de cambios de ingeniería a través de la cadena de suministro, debe ser elaborada en un lenguaje claro para comunicar los cambios, la interpretación y traducción de información para determinar los listados de materiales y dibujos del producto están relacionados a interacciones manuales entre la información del cliente y la información presentada en el sistema de gestión de cambios de ingeniería de algunas compañías manufactureras, este artículo se encamina en el análisis del proceso de la elaboración de información para la gestión de los nuevos productos y cambios de ingeniería y la identificación de los factores que intervienen para su elaboración. Se explicarán estos factores, se ilustrarán, y en cada caso se realizarán propuestas de mejora para cada uno de ellos. La mejora continua es una acción repetitiva; esta acción está diseñada para incrementar la capacidad de cumplir los requerimientos establecidos por los clientes, por la compañía y los procesos establecidos para el desarrollo de información.

Palabras Clave -- Gestión de cambios de ingeniería, gestión del sistema de calidad, metodología 8Ds, ordenes de cambio de ingeniería, mejora continua.

Abstract -- The automotive industry, engineering changes for manufacturing products are unexpected and necessary, the improvement of a product is important to guarantee the quality established by the customer, standards, and processes. The information for the engineering changes managements through of the supply chain, must be elaborated in a understood language to communicate the changes, the interpretation and translation of information to determine the materials list and drawings of the product are related to manual interactions between the information of the customer and the information presented in the

engineering change management system for some manufacturing companies, this article focuses on the analysis of the information development process for the management of new products and engineering changes and the identification of the factors involved in their development. These factors will be explained, illustrated, and in each case improvement proposals will be made for each of them. Continuous improvement is a repetitive action, this action is designed to increase the ability to meet the requirements established by customers, by the company and the processes established for the development of information.

Keywords -- Engineering change management, quality system management, 8Ds methodology, engineering change order, continuous improvement.

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz es a nivel mundial, un propulsor para el desarrollo económico y en otros sectores, tiene alto valor agregado; en México la industria automotriz ha representado un sector estratégico para el desarrollo de la economía, es una industria de auto partes competitiva (1). Los arneses son uno de los productos automotrices líderes que se ensamblan en México desde principios de los años noventa: representaban 11.2% del valor de componentes estadounidenses y 22.1% del contenido en 2007 desde México.

La industria arnesera se caracteriza por ser internacionalizada, altamente especializada y cada vez más concentrada e integrada verticalmente. El 91% de los arneses contenidos en vehículos en Estados Unidos proviene de fuera, de países como México, Filipinas, China y Honduras, su grado de

especialización se refleja en que probablemente ninguna planta produce todos los distintos tipos de arneses. Cada planta se especializa en uno o varios tipos de arneses, para uno o varios modelos de distintas plantas ensambladoras. De esta manera la compañía que manufactura arneses tiene que ser flexible ya que cambia de acuerdo con el tipo, el modelo y la versión de auto, en función de las modificaciones de los componentes y los diseños. Existe una opción distinta para cada unidad vehicular, por ejemplo: sistemas eléctricos de baterías, puertas, ventanas, motor, transmisión, cabina, que afecta el tipo de arnés. Un auto está enlazado por varios arneses, por eso técnicas de diseño y capacidades para enlazar arneses son esenciales para obtener máxima eficiencia con un mínimo uso de espacio. La producción actual arnesera se caracteriza con mayor complejidad productiva y tecnológica, con fuertes presiones para reducir costos.

Ford, GM y Daimler Chrysler, realizaron en 2005 un conteo interno de 350,000 cambios de ingeniería por las tres compañías. Dada su importancia los cambios de ingeniería en la industria automotriz de la cadena de suministro y la integración vertical de componentes para la industria de autopartes. Esto implica que las empresas deban expandir sus líneas de producción, mano de obra y tecnología para suministrar nuevas partes (2).

Las compañías manufactureras de arneses automotrices son flexibles para adaptarse a los cambios de ingeniería para cubrir las necesidades de los cambios en los componentes y los diseños requeridos por el cliente; el proceso de cambio de ingeniería siempre se ve afectado por la complejidad del producto. Los productos son complejos según su construcción, tecnología y variantes. Cada producto requiere de ciertas fases de gestión de cambios de ingeniería, además de una preparación detallada basada en elementos como la logística y el tiempo de entrega de producción.

El proceso de cambios de ingeniería comienza con la necesidad de mejora. Las diferentes propuestas se recopilan de forma centralizada y se documentan adecuadamente. Cada propuesta es evaluada para determinar su factibilidad. Una vez que se evalúa, se aprueba y luego se incluye en la documentación y distribución. Finalmente se debe implementar en el proceso de producción (3).

La información para el desarrollo de los cambios de ingeniería es importante, ya que es el punto de partida en la implementación de los cambios requeridos por el cliente, en los productos de las áreas de manufactura ya establecidos o nuevos productos, este artículo plantea el análisis de los métodos de elaboración de información para alimentar reportes, bases de datos, crear información en hojas de cálculo, dado que el factor humano genera un amplio margen de error en la información requerida para manufacturar un producto, se crea incertidumbre en la información elaborada (componentes faltantes o cantidades incorrectas), que son cruciales para la planeación de los procesos que preceden en la implementación de los nuevos productos o cambios de ingeniería.

El proceso de manufactura de un producto inicia cuando la información se libera a ingeniería de manufactura por parte de ingeniería de aplicación que es el departamento responsable de elaborarla; la información que se distribuye contiene el dibujo de construcción del producto, es decir, un plano limpio, un listado de componentes con cantidades, para un producto nuevo o cambio de ingeniería, por retroalimentación de la planta de manufactura; la información es incorrecta en diversas ocasiones, lo cual afecta la implementación de cambios de ingeniería o nuevos productos en tiempo y forma. El objetivo es identificar los factores que interfieren en el desarrollo de información utilizando la metodología 8ds, estableciendo las causas que propician a generar errores durante la elaboración de información y así establecer estrategias de mejora para los métodos en el desarrollo de información. La información creada correctamente para los cambios de ingeniería y nuevos productos crea fluidez en la implementación de los procesos subsecuentes, por lo contrario, se crea un retraso en tiempo para retrabajar y analizar nuevamente la información ya que se regresa a los procesos iniciales; esta información está enfocada a los procesos iniciales de la generación de información de los cambios de ingeniería y nuevos productos de ingeniería de aplicación.

DESARROLLO

1. Cambios de ingeniería

El desarrollo de productos se realiza cada vez más en un entorno distribuido, lo que significa que diferentes entidades participen en la planeación del producto. Esto requiere una gestión de cambios de ingeniería distribuida. Tomar decisiones de diseño

temprano tiene beneficios, pero a menudo requiere modificaciones o cambios de ingeniería, para mejorar o adecuar el producto a las necesidades del cliente; además estos pueden surgir para satisfacer las restricciones y objetivos de diseño, para facilitar la fabricación, para eliminar un conflicto de diseño. La Figura 1 muestra la interacción de información que fluye entre el fabricante del equipo original (OEM por sus siglas en inglés) y dos proveedores (flechas verticales) a medida que el diseño evoluciona (flechas horizontales).

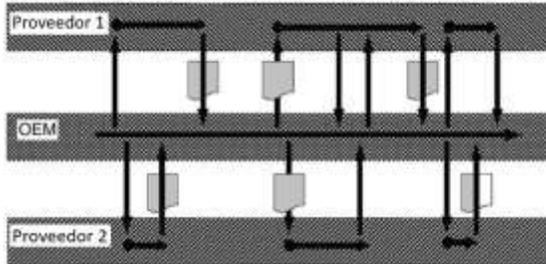


Figura 1. Colaboración en una Cadena de Cambio de Ingeniería.

El desarrollo secuencial tradicional de productos requiere mucho tiempo y puede llevar a una cantidad considerable de rediseño lo que lleva a incrementar los costos. A medida que los diferentes equipos de ingeniería realizan sus tareas de forma aislada, detectan omisiones en diseños anteriores, es decir no se tiene el panorama amplio de los diseños que interactúan con el propio diseño, lo que conduce a incrementar los cambios de ingeniería. Los cambios de ingeniería desempeñan un papel importante en el desarrollo de productos y contribuyen a mejorarlos, eliminarlos por completo es indeseable y poco realista.

Los cambios de ingeniería a menudo pueden ocurrir al principio del diseño comúnmente en las fases prototipo y ser pequeñas modificaciones con un impacto mínimo. Cuanto más cerca se produzcan estos cambios del final del esfuerzo de diseño inicial, mayor será el impacto potencial, lo que propiciara a que modificaciones posteriores no sean requeridas después del período de diseño inicial. Una vez que se ha completado un diseño, se aprobará y luego ingresará producción. Los cambios requeridos después de que la producción ha comenzado generalmente causan una mayor interrupción. En muchos entornos, el diseño debe ser aprobado por muchos ingenieros que interactúan con el diseño y por costo. Así como los cambios después de que el diseño ha sido liberado y aprobado pueden alterar lo

que se ha aprobado, estos a menudo requieren procedimientos de gestión estrictos (4).

Los procesos de cambio de ingeniería varían ampliamente entre organizaciones dependiendo de los tipos de productos que están produciendo. Algunos productos requieren cambios de ingeniería controlados y elaborados. Otros cambios de ingeniería son simples o menores, como agregar una parte, sin cambios físicos en los productos, mientras otros requieren potencialmente un análisis de evaluación complicado. (5). Los proveedores de productos automotrices y servicios de ingeniería generalmente tienen su propio proceso de cambios de ingeniería, como es el caso de la compañía donde se realiza este análisis, el proceso esta soportado por diagramas de flujo para la información en el sistema de gestión de cambios con una infraestructura para administrarlos y comunicarlos o en su caso la gestión de nuevos productos. Existe la necesidad de que la información se comunique en un lenguaje universal a través de la cadena de suministro, además, es importante garantizar que los datos generados y modificados, tengan la calidad en la información para tener un proceso de cambio exitoso; la calidad en los datos es clave. No solo se requiere un proceso de cambios como herramienta sino también un buen nivel de disciplina para el uso (3).

2. La interrelación de la gestión de cambios con el sistema de calidad.

La norma ISO 9001:2015 por sus siglas en inglés (international organization for standardization) que es sistema de gestión de calidad, (requisitos) determina que la organización debe revisar y controlar los cambios para la producción o la prestación de servicios (6). Por otra parte, como complemento la norma IATF 16949:2016 por sus siglas en inglés (international automotive task force) que es una referencia para el sector automotriz y como complemento de la norma ISO 9001 establece que la organización debe tener un proceso documentado para controlar y reaccionar a los cambios que tengan impacto sobre la realización del producto (7).

3. El enfoque a procesos.

El enfoque por procesos es una excelente manera de organizar y gestionar las actividades que agreguen valor para la satisfacción de las necesidades de las partes interesadas. Además, al implementar dicho enfoque, la organización pasa de gestionarse

verticalmente a una estructura horizontal donde las barreras interdepartamentales desaparecen, creando compromiso y orientándose hacia al cumplimiento de las metas y objetivos de la organización trayendo consigo mejoras en su desempeño (8).

4. Mejora continua.

La tecnología es un componente principal para la innovación de procesos y productos, que son básicos en la evolución de una compañía, esto las obliga a adaptarse para poder competir en esta industria globalizada. Proporcionar calidad, tiempos de respuesta, flexibilidad y variedad del producto es fundamental para la satisfacción del cliente o usuario final. La voz del cliente debe ser escuchada a razón de implementar las mejoras que se requieren. La calidad de un producto se mide en base a la satisfacción del cliente, el concepto de calidad es relacionado directamente con las mejoras sugeridas del cliente y con el concepto de perfección y excelencia.

Los modelos de excelencia son modelos de calidad, cuyo objetivo es orientar a la búsqueda del perfeccionamiento (9). A continuación, se muestran algunos modelos de forma resumida.

- Edwards Deming (1900-1993), control estadístico de la calidad, calidad total ciclo PHVA, conceptos principales; Control estadístico, filosofía de la administración de la calidad.
- Joseph M. Juran, (1995), trilogía de Juran, planificación de la calidad, control de la calidad, mejora de la calidad. Conceptos principales; establecer metas para la mejora continua, realizar proyectos para solucionar problemas, registrar y comunicar resultados, entre otros.
- Kaoru Ishikawa (1915-1989), Normalización industrial para fortalecer la productividad. Siete herramientas técnicas (estadística de análisis de problemas): cuadro de Pareto, diagrama causa-efecto (diagrama de Ishikawa), estratificación, hoja de verificación, histogramas, diagramas de dispersión, gráficas y cuadros de control. Conceptos principales; Primero la calidad, luego la utilidad, el cliente es lo más importante, Prevenir, no corregir, Trabajo en equipo, Compromiso de la alta dirección, Resultados a largo plazo, Medir

resultados, Dar reconocimientos, Proceso de mejora continua.

- Philip B. Crosby, (1980's), Cero de defectos, hacerlos bien la primera vez, proceso de mejoramiento de la calidad en 14 pasos. Cultura preventiva. Conceptos principales; Calidad se define como cumplir con los requisitos, El sistema de calidad es la prevención. El estándar de la realización es cero defectos. La medida de la calidad es el precio del cumplimiento.
- Kaizen, (1960's), Kaizen sugiere que la variación de la calidad tiene impacto directo en los costos y en la gente. Conceptos principales; Indica que la cultura de la calidad se centra en la calidad de las personas, luego de los productos. Implica el ciclo, estandarizar, hacer, revisar y actuar, su enfoque es transversal y es una adaptación del ciclo de Deming.

5. PDCA

El estándar ISO 9001 usa un enfoque como estructura de su funcionalidad: Enfoque a procesos; el cual incorpora el ciclo PDCA, por sus siglas en inglés (plan-do-check-act), Figura 2, es una herramienta eficaz y aún actual, la cual habilita a la industria a planear los procesos relacionados a sus recursos e interacciones internas (10).

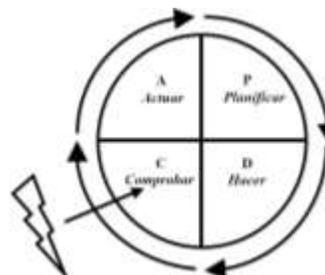


Figura 2. Ciclo PDCA con indicación de la parte crítica.

El primer paso del ciclo de Deming, Planificar (P); está asociado con el reconocimiento de la posibilidad de cambios, estableciendo los objetivos de mejora donde se diseña un plan de acción para el logro de los objetivos. Es necesario identificar el problema, analizar las causas que lo afectan, generar soluciones y desarrollar un plan de implementación.

Hacer (D) es el segundo paso; el plan de desarrollo para realizar cambios en el proceso que se implementa en una empresa (para aumentar su

productividad o calidad y eliminar las causas de los problemas).

El paso Comprobar; (C) equivale a comprobar, probar, si las soluciones introducidas en una empresa dieron resultados adecuados. Se toman medidas y se comparan con los valores establecidos en el plan. Si la implementación de las soluciones demostró ser apropiada, se sigue con el cuarto paso del ciclo PDCA, Actuar (A), si no, se debe de volver al paso Planificar (P). El paso comprobar es un área crítica en el proceso de mejora.

El último paso del ciclo Actuar (A) está conectado con la aplicación de la implementación de soluciones. Cuando estas soluciones son probadas, se consideran una norma y conducen a la estandarización y seguimiento de actividades.

El ciclo PDCA está contenido en un ciclo y nunca termina. El conocimiento adquirido en la última etapa se convierte en la base para el siguiente ciclo; la mejora no se ve como el fin y no trae satisfacción con la situación actual, siempre requiere mejora (11).

6. APQP

El APQP prácticamente aplica PDCA en proceso de gestión de procesos. La planificación avanzada de la calidad del producto, por sus siglas en inglés APQP (advanced product quality planning) es una estructura de fases para el desarrollo de productos en la industria automotriz, el APQP ayuda en el desarrollo de un producto y al plan de calidad para cumplir las necesidades internas y externas del cliente. Las fases se muestran a continuación:

- a. Planear y definir el programa.
- b. Diseño y desarrollo del producto.
- c. Diseño y desarrollo del proceso.
- d. Validación del producto y proceso.
- e. Retroalimentación, evaluación y acción correctiva.
- f. Metodología control plan.

Cada fase tiene entradas y salidas, revisiones de la administración del proyecto, cada una de las fases están planeadas en secuencia de tiempo, esto es clave pues las decisiones impactan el proyecto en calidad, costo y entrega. El APQP culmina con una simple sumisión de evidencia de la calidad del producto de cómo fue planeada y lograda (12).

7. Errores en el sistema, quejas de cliente.

Los costos directos e indirectos de las quejas de cliente son altos, sin embargo, la experiencia de las compañías se incrementa al profundizar en la gestión de quejas, ya que las quejas contienen la voz del cliente, entendiendo esto como un resultado importante de los negocios, las quejas se transforman en conocimiento acerca de los clientes.

El obtener buenos resultados en la resolución de un problema no es suficiente ya que el sistema de gestión de quejas debe garantizar la satisfacción de una adecuada solución. Por otra parte, la retroalimentación del sistema de gestión de quejas se puede utilizar para identificar las causas fundamentales de los problemas que conducen a la insatisfacción. La definición de satisfacción del cliente no es clara pero mucho depende de los comentarios y quejas. Las organizaciones más débiles con un servicio deficiente de la calidad en los servicios y productos ya no competirán en el futuro (13).

8. Metodología 8Ds solución de problemas.

La metodología de las 8 disciplinas es un método de trabajo en equipo, orientado a la solución de problemas que se enfoca en identificar la causa raíz de un problema para resolverlo a través de una acción correctiva. Originalmente la metodología fue desarrollada por la compañía Ford y fue introducida en 1987 en un manual nombrado TOPS por sus siglas en inglés (team oriented problem solving), desde esa fecha el método ha sido implementado en las industrias automotrices para resolver problemas de productos y servicios relacionados a este ramo, como lo son; quejas de clientes, desviaciones de procesos de manufactura, retorno de compras, mantenimiento pobre en la maquinaria y problemas de calidad de proveedores, entre otras (14). La metodología tiene 9 pasos a seguir, el paso inicial es reconocer que se tiene un problema.

Hay que reconocer que un problema existe (D0), el primer paso de la metodología es hacer un plan para resolver un problema y establecer su fundamento. Además la metodología 8D es un proceso de resolución de problemas basado en hechos que involucra habilidades especializadas y cultura que favorece la mejora continua.

Conformación del equipo de trabajo (D1), en este paso, un equipo de miembros seleccionados con un conocimiento y experiencia acerca del proceso y producto es reclutado, esto es porque los miembros

del equipo conocen sobre qué problema ocurre, porque el problema ocurre y estos miembros tienen experiencia en las disciplinas técnicas necesarias para resolver el problema y que acciones tomar. Por lo tanto, el equipo debe ser conformado de 4 a 10 miembros con los conocimientos y experiencia necesaria.

Descripción del problema (D2), en este paso, el problema a ser resuelto fue definido y las especificaciones del problema con todos los parámetros necesarios fueron clarificados al equipo. Los miembros del equipo primero analizan el problema.

Implementar y verificar acciones correctivas a corto plazo (D3), el objetivo de este paso es identificar una acción de contención temporal o provisional, mientras se lleva a cabo los pasos posteriores de análisis de causa raíz y formulación de solución de problemas. La acción provisional se eliminará una vez que se establezca la acción permanente.

Identificar la causa raíz (D4), aunque se haya implementado la acción a corto plazo, se debe identificar la causa raíz del problema, para que pueda formular una acción permanente para eliminar el problema. Se debe emplear algunos métodos como lluvia de ideas o diagrama de pescado para identificar causas.

Acciones correctivas permanentes (D5), el objetivo principal de este paso es seleccionar la mejor acción correctiva permanente para excluir la causa raíz y eliminar la fuga de forma permanente aplicando la mejor solución.

Implementación de la acción correctiva (D6), en este paso, el propósito principal es planificar, implementar y validar las acciones correctivas seleccionadas, para implementar esta acción antes se debe remover las acciones correctivas a corto plazo.

Prevenir recurrencia del problema (D7), en este paso, implica actualizar todos los documentos, sistemas y procedimientos necesarios relacionados con la nueva acción correctiva permanente para evitar la recurrencia de problemas similares en el futuro.

Reconocer y felicitar a los miembros del equipo por sus contribuciones (D8), por último, finalizar el proyecto de mejora, la documentación relacionada al reporte de la metodología 8D y felicitar al equipo por un trabajo bien hecho (15).

9. Metodología

La metodología de mejora continua es enfocada en el proceso de ingeniería de aplicación, la elaboración de información de los cambios de ingeniería y nuevos productos en una empresa de arneses automotrices, cuyo objetivo es diseñar un método para la liberación de información puntual en los dibujos y listado de materiales.

A continuación, se muestra una serie de fases que se analizarán, lo cual nos ayudará a identificar los factores que intervienen en la elaboración de información para la implementación de los cambios o nuevos productos, Figura 3. Describe las condiciones iniciales y actividades en general.

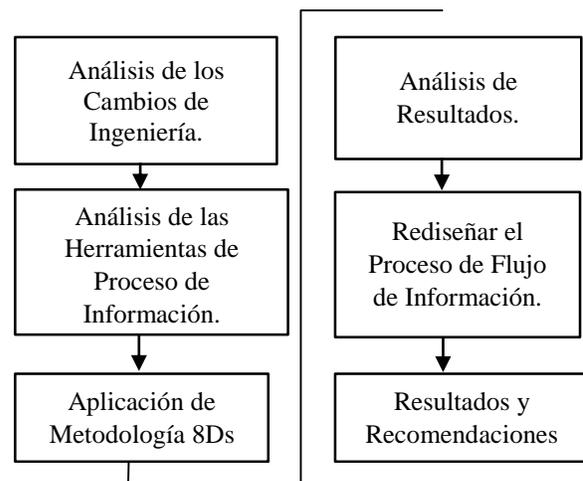


Figura 3. Fases para el Análisis de Información para la implementación del Cambios de Ingeniería.

9.1 Análisis de los Cambios de Ingeniería

En el periodo del 1ero de enero al 30 de junio del año 2021 se recabó la información sobre los cambios de ingeniería y nuevos productos del sistema de gestión de cambios de la compañía arnesera, se obtuvieron los siguientes datos a los que llamaremos ordenes de cambio como lo muestra la Tabla 1:

Tabla 1. Ordenes de Cambio en Sistema de Gestión de Cambios.

4 Cambios de Ingeniería en Inicio	
1	Actividad del Equipo de Costos
69	Cancelados
31	Para Implementar
4	Actividad de la Orden de Cambio de Ingeniería
38	Actividad de Manufactura

- 2 Validado y/o Implementado
- 42 Finalizado

Un total de 191 órdenes de cambio de ingeniería contabilizadas en el periodo antes mencionado, con 69 órdenes canceladas como uno de los elementos más significativos en esta recolección de datos, 42 órdenes finalizadas, 38 órdenes en el proceso de actividad de manufactura, 31 órdenes para implementarse, 4 en actividad de la orden de cambio de ingeniería, 4 cambios de ingeniería en inicio, 2 órdenes en validado y/o implementado, 1 en actividad del equipo de costos.

Se realizó un análisis por conveniencia a las ordenes ya finalizadas, 42 órdenes de cambio en total y de acuerdo con la Tabla 1. Las ordenes se clasificaron de acuerdo con la categoría de chicos, medianos y grandes, para establecer una complejidad baja, moderada y alta, de acuerdo con la información en cada dibujo de los arneses automotrices, los dibujos involucrados en las ordenes de cambios se clasificaron como sigue: Chicos; de 2 a 5 extremos, medianos; de 6 a 10 extremos y grandes; de 11 o más extremos. Llamaremos extremos a los ramales que se tiene en un arnés, es decir sus ramas de terminales o conectores.

De las 42 órdenes de cambio se descartaron 6 que no pertenecen al sistema de cambios del sitio en donde se está realizando este análisis. Las 36 órdenes de cambio restantes se muestran en la Tabla 2. Complejidad de los arneses por cambio de ingeniería (EC).

Tabla 2. Complejidad de los arneses por cambio de ingeniería (EC).

ORDENES DE CAMBIO	TIPO DE ARNÉS	EXTREMOS	COMPLEJIDAD
2	Chico	2	Baja
3	Chico	2	Baja
4	Chico	1	Baja
9	Chico	1	Baja
14	Chico	6	Baja
18	Chico	3	Baja
19	Chico	5	Baja
20	Chico	1	Baja
21	Chico	3	Baja
25	Chico	3	Baja
26	Chico	2	Baja
27	Chico	5	Baja
30	Chico	4	Baja
31	Chico	6	Baja
32	Chico	3	Baja

33	Chico	5	Baja
39	Chico	2	Baja
40	Chico	4	Baja
42	Chico	2	Baja
15	Mediano	7	Moderada
16	Mediano	11	Moderada
17	Mediano	13	Moderada
34	Mediano	7	Moderada
6	Grande	38	Alta
10	Grande	20	Alta
11	Grande	18	Alta
12	Grande	36	Alta
13	Grande	51	Alta
22	Grande	42	Alta
23	Grande	25	Alta
24	Grande	41	Alta
28	Grande	15	Alta
29	Grande	12	Alta
35	Grande	36	Alta
36	Grande	14	Alta
37	Grande	38	Alta

La Tabla 2. muestra las características del tipo de arnés, chico, mediano o grande, asignado por la cantidad de extremos que contiene el arnés en el cambio de ingeniería, como se explicó anteriormente, la complejidad está dada por la cantidad de extremos, esto establece una complejidad baja, moderada y alta según el arnés.

La Tabla 3, muestra la fecha de registro de cuando el cambio de ingeniería fue requerido al departamento de ingeniería de aplicación, las fechas se muestran mes y día del año 2020 al 2021, de inicio a fin del periodo de elaboración, el total en días que se utilizaron para elaborar la información de las ordenes de cambio de ingeniería, utilizando solo días hábiles, fecha en que se aprobó la información ya finalizada para ser utilizada por el departamento de costos que es el siguiente proceso y una columna con la razón de cambio y razón de retorno de la orden de cambio, al departamento de ingeniería de aplicación.

Tabla 3. Tiempo requerido para desarrollar información de los cambios de ingeniería.

Ordenes de Cambio	Tiempo de duración en completar la información	Total, en días	Razón de Cambio
2	1-05 al 1-11-2021	5 días	-Cambios de ingeniería.
3	1-12 al 1-28 2-3 al 2-18	13 días 12 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
4	1-12 al 2-18 4-19 al 4-29	28 días 7 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
9	1-28 al 2-10	10 días	-Cambios de ingeniería.
14	1-26 al 2-2	6 días	-Cambios de ingeniería.
18	1-25 al 2-2	7 días	-Cambios de ingeniería.
19	1-25 al 2-2	7 días	-Cambios de ingeniería.
20	1-22 al 2-9	13 días	-Cambios de ingeniería.

21	12-11 al 12-16	4 días	-Cambio de ingeniería.
	12-22 al 1-11	16 días	-Se agregaron nuevos cambios.
25	2-8 al 2-18	9 días	-Cambio de ingeniería.
	4-5 al 4-14	8 días	-Se agregaron nuevos cambios.
26	2-8 al 2-17	8 días	-Cambio de ingeniería.
	4-5 al 4-7	3 días	-Se agregaron nuevos cambios.
27	2-8 al 2-17	8 días	-Cambio de ingeniería.
	4-5 al 4-9	5 días	-Se agregaron nuevos cambios.
30	2-9 al 2-17	7 días	-Cambio de ingeniería.
	4-5 al 4-16	10 días	-Se agregaron nuevos cambios.
31	2-5 al 2-17	9 días	-Cambio de ingeniería.
	4-5 al 4-14	8 días	-Se agregaron nuevos cambios.
32	2-9 al 2-17	7 días	-Cambio de ingeniería.
	4-5 al 4-15	9 días	-Se agregaron nuevos cambios.
33	2-5 al 2-12	6 días	-Cambio de ingeniería.
	4-5 al 4-19	11 días	-Se agregaron nuevos cambios.
39	2-19 al 3-3	9 días	-Cambios de ingeniería.
40	2-19 al 2-22	2 días	-Cambios de ingeniería.
42	2-9 al 2-17	7 días	-Cambio de ingeniería.
	4-5 al 4-16	10 días	-Se agregaron nuevos cambios.
6	1-13 al 1-22	8 días	-Cambios de ingeniería.
10	1-22 al 2-4	10 días	-Cambios de ingeniería.
11	1-20 al 2-2	10 días	-Cambios de ingeniería.
12	1-20 al 2-2	10 días	-Cambios de ingeniería.
13	1-20 al 2-2	10 días	-Cambios de ingeniería.
22	2-8 al 2-17	8 días	-Cambio de ingeniería.
	4-5 al 4-21	13 días	-Se agregaron nuevos cambios.
23	2-8 al 2-18	9 días	-Cambio de ingeniería.
	4-5 al 4-19	11 días	-Se agregaron nuevos cambios.
24	2-8 al 2-17	8 días	-Cambio de ingeniería.
	4-5 al 4-21	13 días	-Se agregaron nuevos cambios.
28	2-9 al 2-17	7 días	-Cambio de ingeniería.
	4-5 al 4-14	8 días	-Se agregaron nuevos cambios.
29	2-9 al 2-17	7 días	-Cambio de ingeniería.
	4-5 al 4-14	8 días	-Se agregaron nuevos cambios.
35	2-4 al 3-16	29 días	-Cambios de ingeniería.
36	2-4 al 3-10	25 días	-Cambios de ingeniería.
37	2-8 al 3-2	17 días	-Cambios de ingeniería.
15	1-26 al 2-2	6 días	-Cambios de ingeniería.
16	1-26 al 2-2	6 días	-Cambios de ingeniería.
17	1-26 al 2-2	6 días	-Cambios de ingeniería.
34	2-9 al 2-17	7 días	-Cambio de ingeniería.
	3-18 al 3-19	2 días	-Se agregaron nuevos cambios.

Las ordenes de cambio que muestran dos fechas de inicio en la Tabla 3, debieron ser retrabajados por cambios adicionales requeridos por el cliente, el cambio de ingeniería ya estaba fluyendo en el proceso de implementación de cambios y se volvió a traer a ingeniería de aplicación para hacer las modificaciones. Esta información nos dice que se perdieron al menos dos meses de tiempo que es crucial para la implementación.

La siguiente información fue obtenida por medio de una entrevista realizada a 5 ingenieros de 9, ingenieros que desempeñan actividades en el departamento de ingeniería de aplicación y se les realizó la siguiente pregunta ¿Cuáles son los factores que afectan la elaboración de información para los cambios de ingeniería? Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4, donde se muestran los factores que inciden en la elaboración de información para los cambios de ingeniería, donde la

incidencia más recurrente es la de información requerida para completar los ECO, está incompleta; ECO por sus siglas en inglés (engineering change order).

Tabla 4. Factores que interfieren en la elaboración de información para EC.

Factores	Ingenieros					Comentarios
	1	2	3	4	5	
<i>A mayor número de cambios mayor complejidad</i>	x		x			Para los dibujos que tienen más números de parte se requiere más análisis, el análisis requerido es por número de parte
<i>El desarrollo de la información es manual</i>	x	x			x	Todas las actividades del análisis para el cambio de ingeniería son entradas manuales, Excel, sistema PLM
<i>Ceguera de taller</i>	x				x	Actividades operacionales de cálculo repetitivas
<i>Información requerida para completar las ECO incompleta</i>	x	x	x	x	x	El departamento es dependiente de otros sitios para obtener la información que completaría los cambios de ingeniería en el sistema PLM, dependemos de las prioridades de esos sitios.
<i>Herramientas de comparación no activas para su uso</i>	x	x	x			Tenemos software que compara dibujos, pero no están activas, no tienen licencia activa. No se usa el XC para obtener los BOMS
<i>El cliente agrega o elimina cambios en tiempos no definidos</i>	x					El cliente hace cambios, elimina o agrega cambios durante el proceso de cambios de ingeniería ya en proceso, esto obliga al proceso de cambios a reiniciarse cuando se hacen estos movimientos.
<i>Acceso limitado a especificaciones de ingeniería</i>	x			x	x	El análisis de los dibujos requiere revisar las especificaciones más actuales

<i>Librería de componentes incompleta</i>	x	x	La librería de componentes no cumple con los elementos para su confiabilidad	
<i>investigación de información para componentes en web de proveedores</i>	x		Información de los componentes se busca en web de proveedores, ya que no se tiene un archivo contacto de proveedores para adquirir la información.	
<i>Contactar a proveedores para obtener dibujos</i>	x		La información de componentes no viene en la información de cambios de ingeniería	
<i>La información es triangulada</i>	x	x	x	Cada ingeniero tiene su perspectiva de cambio, el idioma también es una barrera.
<i>Información para cambios de ingeniería no estandarizada</i>	x	x		Cada cliente desarrolla la información de cambios de ingeniería de acuerdo con su estándar.
<i>Información filtrada</i>	x			Ford es el único cliente que tiene la información filtrada y analizada, El caso de los demás clientes la información se debe analizar por primera vez en el departamento.
<i>Tiempo para realizar la información para los cambios no es el adecuado</i>		x	x	Tiempo en días no es el adecuado para los cambios en alto contenido de complejidad

9.2 Herramientas de trabajo

Las herramientas de trabajo como muestra la Tabla 4. en el factor que describe el desarrollo de información es manual, indica que todas las actividades del análisis para la información del cambio de ingeniería son entradas manuales en, Excel y sistema PLM, que son los principales formatos de comunicación de cambios de ingeniería.

Los siguientes formatos son, ECM por sus siglas en inglés (engineering change management) donde se describen los materiales que entran y salen, cantidades de uso, descripciones de los componentes, y números de parte arnés afectados. En este formato la captura de información es manual

lo que expone al usuario a generar errores de captura, ya que como se puede apreciar en la Tabla 5, la captura de datos está determinada por la cantidad de cambios de ingeniería por el número de números parte asociados a ese cambio. Un ejemplo se puede apreciar con el cambio 24 de la tabla 2.3, que describe 67 cambios de ingeniería para una cantidad de 40 números de parte de arnés, de los cuales se debe analizar cuales cambios aplican y cuales no para cada uno de los números de parte, los que si aplican deberán ser capturados en el formato ECM.

Tabla 5. Cantidad de cambios en las ordenes de cambio.

Ordenes de Cambio	Cantidad de cambios	Números de parte de arnés en dibujo
2	1	1
3	1	1
4	4	1
9	1	1
14	60	3
18	26	3
19	34	4
20	7	1
21	8	1
25	11	1
26	1	1
27	6	1
30	11	1
31	15	4
32	12	3
33	14	4
39	7	1
40	1	1
42	18	1
15	35	2
16	55	2
17	102	20
34	9	2
6	10	2
10	24	47
11	253	1
12	174	39
13	297	40
22	27	40
23	70	2
24	67	40
28	41	20
29	40	20
35	60	9
36	4	27
37	2	4

Otro de los formatos son el sistema PLM al cual se le debe capturar de forma general toda la combinación de cambios que entran y salen, los números de parte afectados, revisiones de arnés y de componente del cambio de ingeniería que al cual se ha realizado el formato ECM es decir al cambio de ingeniería.

9.3 Metodología 8D's

La implementación de la metodología 8D's para la solución de problemas busca determinar las causas del problema que se estudia. Aplicaremos la metodología 8D's para analizar las causas de los factores que afectan la elaboración de información para los cambios de ingeniería. Aunque la metodología 8D's es flexible, puede ser adaptada a diferentes situaciones y tiene éxito en muchas aplicaciones, pero tiene algunas desventajas como lo son; esta metodología puede consumir mucho tiempo y dificultad para ser desarrollada, los empleados que están involucrados en esta implementación deben recibir el entrenamiento apropiado sobre este método y adicionalmente es requerida la comunicación constante entre los participantes de los programas de mejora continua (14).

Conformación del Equipo de Trabajo (D1), el equipo de trabajo es conformado por 5 ingenieros del departamento de ingeniería de aplicación ver Tabla 6; el principal objetivo del equipo es determinar la causa raíz de los factores que interfieren en la elaboración de información para los cambios de ingeniería y poder determinar un rediseño del proceso para generar la información.

Tabla 6. Equipo de Trabajo.

Metodología 8D's	Ciclo PDCA	Miembros del Equipo
Conformación del equipo de trabajo	D1 Planear (Plan)	Ingeniero de Aplicación 1
Descripción del problema	D2 Planear (Plan)	Ingeniero de Aplicación 1
Implementar y verificar acciones correctivas a corto plazo	D3 Hacer (Do)	Ingeniero de Aplicación 1
Identificar la causa raíz	D4 Hacer (Do)	Ingeniero de Aplicación 1,2,3,4 y 5
Acciones correctivas permanentes	D5 Hacer (Do)	Ingeniero de Aplicación 1
Implementación de la acción correctiva	D6 Comprobar (Check)	Ingeniero de Aplicación 1
Prevenir recurrencia del problema	D7 Actuar (Actuar)	Todos los ingenieros del equipo
Reconocer y felicitar a los miembros del equipo por sus contribuciones individuales	D8 Actuar (Actuar)	Todos los ingenieros del equipo

Descripción del problema (D2), en la Tabla 3, el tiempo para el desarrollo de información de los cambios de ingeniería es uno de los problemas significativos ya que se incrementa el tiempo por los

retrabajos requeridos para establecer los nuevos cambios que son establecidos por el cliente, adicionalmente el cambio de ingeniería ya perdió días, semanas o meses en el proceso de implementación de cambios a través del proceso PLM.

Se ha creado un diagrama de Pareto como muestra la Figura 4. El diagrama ayuda a definir el factor que debe ser priorizado de acuerdo con sus frecuencias. Los factores están ordenados de mayor a menor frecuencia.

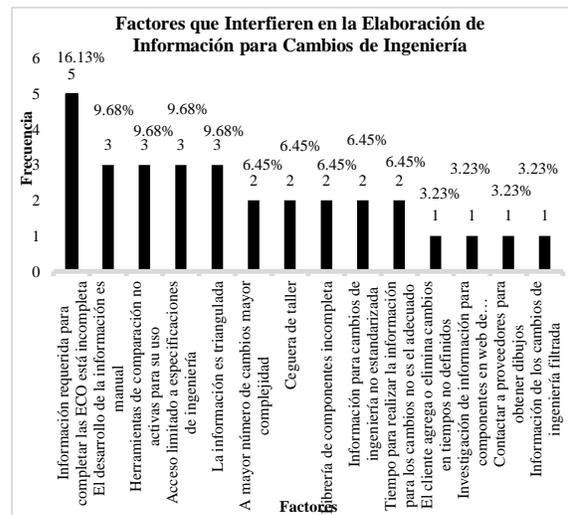


Figura 4. Diagrama de Pareto de los Factores.

Acción de Contención Provisional (D3), es realizar una junta de comunicación previa a la creación de la orden de cambio de ingeniería para establecer detalles de cambio, entre el ingeniero de que determina los cambios con el cliente y el ingeniero que desarrolla la información para los cambios de ingeniería, con la finalidad de determinar si existe información faltante para la elaboración de información del cambio de ingeniería y saber si podrá ser realizado en tiempo y forma.

Identificar la causa raíz (D4), este paso, se enfoca en encontrar la causa raíz del problema, el problema general en este caso de estudio es la información faltante para desarrollar el cambio de ingeniería en tiempo y forma, un diagrama de pescado, conocido como diagrama de Ishikawa, está representado en la Figura 5, identifica la causa raíz y como se observa en el diagrama una cantidad de causas o factores fueron identificados otra vez de cinco aspectos como

lo son; maquinaria, materiales, método, medio ambiente y mano de obra.

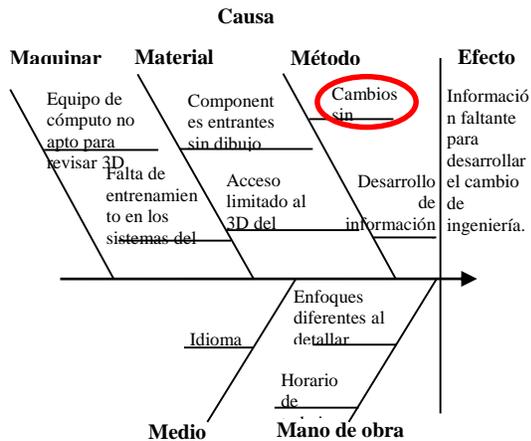


Figura 5. Diagrama de Ishikawa.

En el aspecto de maquinaria, fue encontrada la causa del equipo de cómputo que no es apto para verificar 3D del producto contra el dibujo 2D. Es decir que no se tiene la herramienta adecuada para confirmar que el dibujo que se entrega a manufactura está de acuerdo con el 3D. En el aspecto de materiales se encontraron las causas de acceso limitado al 3D del producto, en esta causa no todos los clientes dan acceso al archivo 3D para realizar comparativos, otra causa fue que algunos componentes nuevos no se tienen disponible los dibujos para obtener detalles que determinan el proceso de manufactura.

En el aspecto de método, unas de las causas fue cambios sin detallar, esto se relaciona a la perspectiva del ingeniero que enlista los cambios, es decir que no detalla los aspectos que interfieren con el cambio para así mostrar cambios adicionales afectan directamente al proceso de manufactura, esto dado por una omisión de cambios en los componentes, otra causa es el desarrollo de información con entradas manuales esta causa va directamente relacionada a que el ingeniero que desarrolla la información para cambios de ingeniería utiliza formatos y bases de datos que no están automatizadas, es decir no se relacionen entre ellas para poder hacer registros automatizados, con esto incrementa el error de cantidades y omisiones.

En el aspecto de medio ambiente, una de las causas es el idioma, se tiene interacción con los ingenieros entre Estados Unidos, México y Filipinas, otro de las causas es el de horario, los sitios se encuentran

desfasados en horarios de dos horas, entre Estados Unidos y México, 13 horas entre México y Filipinas, esto merma la comunicación para interactuar en el desarrollo de información.

En el aspecto de mano de obra, la causa es el enfoque que tiene el ingeniero para detallar el cambio de ingeniería, esto crea una percepción de que los cambios descritos proporcionan la información necesaria para incluir las afectaciones que implican la descripción de cambio.

Acción correctiva permanente (D5), sugerida es un cuestionario que contempla una revisión previa de la información para la implementación de cambios de ingeniería, el cuestionario debe realizarse en la etapa de la idea de cambio y evaluarse antes de crear el cambio de ingeniería. Esto quiere decir que será una evaluación previa a la creación de la orden del cambio de ingeniería, lo que permitirá que se establezca requerimientos de dibujos de componentes, de las partes entrantes, análisis de las interacciones con el cambio de ingeniería.

El cuestionario establecerá un panorama con detalles de cambio que puede afectar la factibilidad de manufactura del producto, esto evitaría que se establezcan cambios de ingeniería con problemas de manufacturabilidad, es decir se requerirá la retroalimentación de manufactura para la implementación de los cambios. Lo que permitirá una fluidez del cambio en el proceso de implementación en el sistema PLM.

Implementación de la acción correctiva (D6), una junta de revisión y el complemento de un cuestionario, para realizar un análisis preliminar que determinará los cambios que interactúan con el listado de cambios que se establece para realizar el cambio de ingeniería, será la pauta para conocer y establecer lo que el cliente requiere en forma detallada, esto nos proporcionará certeza en los cambios que van a ser comunicados.

Prevenir recurrencia del problema (D7), el proceso de cambios de ingeniería varía dependiendo la complejidad que viene establecida por los números de parte de arnés, cantidad de cambios que se requieren en el dibujo del producto, cantidad de ramales, una vez que los cambios son establecidos, para monitorear los cambios y analizar si es requerida información adicional un cuestionario de análisis de cambio fue diseñado para establecer

cráterios que determinaran lo que el cliente espera del cambio de ingeniería.

Reconocer y felicitar a los miembros del equipo por sus contribuciones individuales (D8), a todos los miembros del equipo se felicitaron y reconocieron por su trabajo, el interés por resolver y mejorar los procesos es evidente, las ideas y sugerencias fueron propuestas durante la solución de problemas, el trabajo en equipo es necesario para lograr una meta en común.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de los factores que interfieren en la elaboración de la información para los cambios de ingeniería, una parte es detallada en la Tabla 2, muestra que la complejidad del arnés tiene un peso significativo en el tiempo de utilización para el desarrollo de información, cambios adicionales en la información cuando el cambio parecía que seguiría su curso, determina un reinicio en el tiempo, este detalle se aprecia en la Tabla 3.

Factores adicionales son detallados en la Tabla 4, los factores se determinaron mediante una entrevista a los ingenieros que trabajan con el desarrollo de información, estos factores son determinantes para el desarrollo de información en tiempo y forma. El análisis a las herramientas de trabajo describe el factor que determina un error en cantidades y es el realizar cálculos manuales esto expone al ejecutor de la información a un error, incrementando la posibilidad de cometerlo, como se expone en la Tabla 5, cantidad de cambios multiplicado por la cantidad de números de parte que tiene un dibujo.

El desarrollo de la metodología 8Ds como herramienta de mejora continua, es utilizado en este artículo para buscar la mejor solución a uno de los factores que se describe en la Tabla 4. Cabe indicar que esta metodología es cíclica, lo cual indica que debemos seguir con la búsqueda de soluciones a los otros factores que se determinaron en este artículo, esto nos llevara al rediseño del método de elaboración de información para los cambios de ingeniería.

CONCLUSIONES

Se estableció un punto de partida para proponer soluciones a los problemas que día a día se presentan en el área de ingeniería de aplicación. La

metodología 8Ds es un modelo implementado para eliminar o reducir las causas de las fallas en los procesos, con este trabajo lo sé qué espera es implementar soluciones a los factores que aquí se mostraron, utilizar este método para mejorar el proceso en una forma cíclica para la mejora continua de los procesos establecidos, nos expone a un rediseño de cómo hacer las cosas.

Por consecuencia la implementación de la metodología 8Ds permitirá el incremento de la satisfacción del cliente, entregas en tiempo y en forma, se mejorarán o se desarrollarán nuevos procesos, minimizara las quejas en la cadena de suministro y mejorara los servicios.

Cuando un problema aparece no quiere decir que este método lo solucionara, pues existen otros métodos como se expuso en el apartado de mejora continua, que pudiera complementarlo y así tener una solución efectiva de acuerdo con las necesidades de solución del problema.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Secretaria de Economía. Industria Automotriz. 2012. pág. 43.
- [2] Arnese automovilísticos en Mexico durante el TLCAN. Carrillo, Jorge y Palafox, Martha Miker. 2014, Comercio Exterior, pág. 43.
- [3] Implementing engineering change management through product life cycle management in automotive field. Shivankar, Sudhir D., Nandedkar, Vilas Madhaorao y Kakandikar, Ganesh . 2015, Research Gate;, pág. 11.
- [4] Change management in concurrent engineering from a parameter perspective. Rouibah, Kamel y Caskey, Kevin R. . 2002, Elsevier, pág. 20.
- [5] Engineering Change Management Concepts for System Modeling. Bock, Conrad y Feeney, Allison B. 2013, National Institute of Standards and Technology, pág. 16.
- [6] ISO 9001. SISTEMAS DE GESTION DE CALIDAD REQUISITOS. s.l.: ISO 9001:2015, 2015.
- [7] IATF 16949. Requisitos para el sistema de gestion de la calidad en las organizaciones que

fabrican piezas de producción y piezas de servicio en la industria automotriz. 2016.

[8] Pulido, Humberto Pulido, y otros. Gestión de la Calidad; Una herramienta para la sostenibilidad organizacional. ResearchGate; ISBN: 978-980-233-724- 8. 2018, pág. 141.

[9] Aplicación de una Metodología de Mejora de Procesos basada en el Enfoque de Gestión por REVISTA DE DIFUSIÓN TÉCNICO CIENTÍFICO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MILPA ALTA IPSUMTEC | Volumen 4 – Núm. Esp. | enero – junio 2020 12 IPSUMTEC ISSN: 2594 - 2905 Procesos, en los Modelos de Excelencia y el QFD en una empresa del sector de confecciones de Barranquilla (Colombia). Sarmiento, Laura Isabel Nuñez, Ramírez, Milena c. Vélez y Correa, Carmen R. Berdugo . 2004, Redalyc.org, pág. 15.

[10] Lizarraga , Marcos Sanchez, y otros. ISO 9001 Standard: Exploratory analysis in the manufacturing sector in Mexico. DYNA. 16th de April de 2020, pág. 10.

[11] Kcocik, Marta Jagusiak. PDCA cycle as a part of continuous improvement in the production company- a case study. Production Engineering Archives. 27 de 02 de 2017, pág. 4.

[12] Implementation of Advanced Product Quality Planning In Engineering Project. Deshpande, Aditya M., G, Siddhalingeswar I y Ekabote, Nagaraj . 2015, Journal of Engineering Education Transformations, pág. 6.

[13] The 8D Methodology: An Effective Way to Reduce Recurrence of Customer Complaints? Reisenberger, Carlos A. y Sousa, Sérgio D. 01 de 06 de 2010, Proceedings of the World Congress on Engineering ISBN: 978-988-18210-8-9, pág. 6.

[14] Improving a Manufacturing Process Using the 8Ds Method. A Case Study in a Manufacturing Company. Realyvásquez-Vargas, Arturo, y otros. 2020, Applied Sciences, pág. 26.

[15] 8D Problem Solving Methodology: Continuous Improvement in Atomation Organization. Elangovan, S., y otros. 2021, Conference Series, pág. 11.

[16] Teorías, Modelos y Sistemas de Gestión de. Cantos, Javier Chacón y Kamarova, Susana Rugel. 2018, Revista Espacios, pág. 9.

ROLES DE CONTRIBUCIÓN

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Jorge Santos Farías (principal) Manuel Arnoldo Rodríguez Medina (igual)
Metodología	Jorge Santos Farías (principal) Manuel Arnoldo Rodríguez Medina (igual)
Software	Jorge Santos Farías (principal) Lizette Alvarado Tarango (igual)
Validación	Jorge Santos Farías (principal) Manuel Arnoldo Rodríguez Medina (Igual)
Análisis Formal	Manuel A. Rodríguez Medina (principal) Eduardo Rafael Poblano-Ojinaga (igual)
Investigación	Manuel A. Rodríguez Medina (principal) Eduardo Rafael Poblano-Ojinaga (igual)
Recursos	Lizette Alvarado Tarango (principal)
Curación de datos	Manuel A. Rodríguez Medina (Principal)
Escritura - Preparación del borrador original	Jorge Santos Farías (principal) Manuel Arnoldo Rodríguez Medina (Igual)
Escritura - Revisión y edición	Manuel A. Rodríguez Medina (principal) Eduardo Rafael Poblano-Ojinaga (igual)
Visualización	Eduardo Rafael Poblano-Ojinaga (principal)
Supervisión	Jorge Santos Farías (principal) Lizette Alvarado Tarango (igual)
Administración de Proyectos	Manuel A. Rodríguez Medina (principal) Lizette Alvarado Tarango (igual)
Adquisición de fondos	Lizette Alvarado Tarango (principal) Eduardo Rafael Poblano-Ojinaga (igual)

ANÁLISIS DEL CLIMA LABORAL DEL PERSONAL DOCENTE DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO CAMPUS CIUDAD JUÁREZ

Alondra Andrade García, Diego Adiel Sandoval Chávez, Alfonso Aldape Alamillo,
Luz Elena Terrazas Mata, Lizette Alvarado Tarango

¹Lic. en Psicología Alondra Andrade García. Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Maestría en Ingeniería Administrativa en la División de Estudios de Posgrado e Investigación. psalondra1811@gmail.com.Tel. 6563178106.

²Dr. Diego Adiel Sandoval. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. División de Estudios de Posgrado e Investigación. dsandoval@itcj.edu.mx Tel. 6563416432.

³Dr. Alfonso Aldape. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. División de Estudios de Posgrado e Investigación. aaldape@itcj.edu.mx Tel.6561953123.

⁴Dra. Luz Elena Terrazas Mata. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. División de Estudios de Posgrado e Investigación. lterrazas@itcj.edu.mx Tel. 6566369653.

⁵MIA. Lizette Alvarado Tarango. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. División de Estudios de Posgrado e Investigación. lalvarado@itcj.edu.mx Tel. 6566369653.

Resumen -- Esta investigación aborda el tema del clima laboral estudiado desde la perspectiva del personal docente, considerando la importancia de los estudios actualizados para la mejora de toda institución, ya que por medio de este factor se conocen las condiciones en las que se encuentran las instituciones y su personal.

Lo anterior se refiere que las antiguas y tradicionales maneras de gestión educativa se fundamentaban en factores financieros o de mercadotecnia, o en lo relacionado al buen desempeño y resultados de la institución. Sin embargo, debido a la contingencia por COVID 19 se ha prestado mayor atención en obtener resultados considerablemente positivos en beneficio de los estudiantes. Por lo tanto, se debe enfatizar que los cambios de modalidad han llegado a afectar a cada una de estas acciones y resultados en el factor más importante que poseen las instituciones: el talento humano en los docentes. El desarrollo de este proyecto se realizó a través de un enfoque mixto cuantitativo, cualitativo, descriptivo y longitudinal, mediante una encuesta de escala Likert, con esta herramienta de investigación se obtuvo información tanto cuantitativa como cualitativa. Este instrumento fue impreso y aplicado de forma personal y virtualmente por medio de Google Forms a los docentes del Tecnológico Nacional de México campus ciudad Juárez. El tipo de investigación aplicada es descriptiva; de acuerdo con esto se pueden generar herramientas para la práctica profesional en las instituciones, como las estrategias y procedimientos adecuados para una correcta utilización de las herramientas para un adecuado clima laboral.

Palabras Clave -- clima laboral, personal docente, comunicación clima participativo y equipo de trabajo.

Abstract -- This research addresses the issue of the work environment studied from the perspective of the teaching staff, considering the importance of updated studies for the improvement of any institution, since through this factor the conditions in which the institutions are found are

known, and his staff. It refers that the old and traditional ways of educational management were based on financial or marketing factors, or in relation to the good performance and results of the institution. However, due to the COVID 19 contingency, greater attention has been paid to obtaining considerably positive results for the benefit of students. However, it should be emphasized that the changes in modality have come to affect each of these actions and results in the most important factor that institutions possess: human talent in teachers.

The development of this project was carried out through a mixed quantitative, qualitative, descriptive and longitudinal approach, through a Likert scale survey, with this research tool both quantitative and qualitative information was obtained. This instrument was printed and applied personally and virtually through Google Forms to the teachers of the Tecnológico Nacional de México campus Ciudad Juárez. The type of applied research is descriptive; According to this, tools can be generated for professional practice in institutions, such as the appropriate strategies and procedures for the correct use of tools for an adequate work environment.

Key words – work environment, teaching staff, communication participatory, climate and work team.

INTRODUCCIÓN

La contingencia sanitaria COVID 19 dio lugar a una problemática para la vitalidad y supervivencia de las instituciones educativas, forzándolos a adoptar medidas preventivas que les permitirían dar solución a los imprevistos que se fueron presentando. El brote de COVID 19 también reveló que las instituciones no estaban preparadas para enfrentarse a un desafío de este tamaño, por lo cual, se implementaron gestiones de soluciones para llevar a cabo una adecuada impartición de clases. La pandemia ha creado un entorno desafiante para la gestión de la educación media superior. Los directivos, docentes y

alumnos tuvieron que aventurarse en la impartición de clases virtuales.

Si bien ya se presentaban las clases en línea, la contingencia precisó a una masificación de la enseñanza remota, para la cual no se tenía la preparación adecuada.

Por otro lado, dada la premura de la emergencia sanitaria, se desconoce cuál ha sido el impacto que han generado estas condiciones en el clima laboral de las instituciones a nivel superior, como lo es el Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Juárez. Aunado a esto, no se cuenta con algún conocimiento del desarrollo de este factor en el Tecnológico Nacional de México en general.

Las teorías relativas a la temática del clima laboral han mostrado que es un elemento importante en el estudio de la ciencia administrativa. El factor humano de las instituciones está en constante cambio y debido a esto se crean diferentes procesos para generar conocimiento. Por lo cual, se crearán relaciones entre las personas que forman parte de ese entorno, [1].

El clima laboral es un elemento indispensable en los equipos de trabajo que se desarrollan dentro de la institución, ya que a través de, es posible llevar a cabo de una manera eficaz las actividades y objetivos establecidos, [2]. Acerca del concepto clima laboral, este se refiere al ambiente sustancial de la organización obtenido y captado por el servidor o usuario según la situación en la cual se encuentra en torno a la interacción con el grupo y pares y en torno al desempeño institucional, expresado en ámbitos (propósitos, motivaciones, relaciones entre personas, apoyo y cooperación, liderazgos y control) que orientan puntos de vista, cosmovisiones, niveles de participación y grados de efectividad laboral [3].

El clima laboral está conformado por el entorno o escenario que es aprehendido por los componentes humanos de la organización, el que se refiera a caracteres o indicadores propios del entorno laboral, [4].

Otro rasgo es que los estudios que abordan a los seres humanos han evolucionado con el paso del tiempo, de tal forma que la administración no es la excepción. Los pioneros en el estudio de las ciencias administrativas como Taylor, Fayol, Weber, Mayo o Maslow aportaron grandes principios a lo que hoy conocemos como ciencia administrativa. Sugieren así organizaciones más humanizadas, desarrollando influencia en diversos factores ambientales que intervienen continuamente en el clima laboral, [5].

El origen del clima laboral da inicio con los estudios de Elton Mayo, en donde da a conocer que fue el primer autor en poner en evidencia la importancia de las variables de condiciones laborales, el sentimiento de pertenencia y satisfacción dentro de un grupo, los intereses y actitudes colectivas, en donde determina que los trabajadores

quienes ejercen algún tipo de autoridad y el crear equipos de trabajo serán como factores indispensables en la construcción del clima laboral, [6].

En relación con esto, la psicología organizacional determina que el clima laboral fue introducido por primera vez por Gellerman en 1960; no obstante, sus orígenes teóricos no son tan claros en las investigaciones, por lo que generalmente sus antecedentes se remontan a 2 escuelas que son subyacentes en los estudios relacionados con esta variable: la escuela de la Gestalt y la escuela funcionalista, [7].

Diferentes estudios acerca del Clima laboral comentan acerca de las diferentes acciones y toma de decisiones para que el funcionamiento de las instituciones se lleve a cabo con procesos adecuados, tanto de las personas que se encargan de la administración de la organización, como de los empleados en general. Lo anterior comprende que, entre mejor actividad organizativa se tenga, las decisiones del entorno serán más importantes.

Posteriormente, los estudios organizacionales proponen una idea central, que es identificar a las organizaciones como un ser vivo, relacionando con las empresas con características tales como: enfermedades, deficiencias o problemas irreversibles, que marcan el futuro dentro de las operaciones de la organización, donde los principales afectados suelen ser los trabajadores del área operativa [8].

Esto sugiere, que se deben buscar herramientas para diagnosticar las dificultades o enfermedades que tiene la empresa, así como proponer soluciones para que la organización lleve a cabo un ritmo saludable en sus operaciones y alcance los objetivos planteados.

Por lo tanto, es pertinente visualizar la gestión de las instituciones como una estructura indispensable, con una variedad de problemáticas, cambios bruscos y repentinos, pensamientos y valores que marcan un reto en la gestión del equipo detrás de una organización. Por lo anterior, se puede afirmar que son de suma importancia los estudios científicos que aborden el Clima Laboral, para que sea posible crear, detectar, sanar y brindar a nuestra sociedad instituciones, trabajadores y alumnos saludables, y a su vez fortalecer y encaminar a la búsqueda de objetivos que permitan alcanzar un éxito sostenible.

Por lo tanto, la información anteriormente presentada es de importancia debido a que para definir un concepto sobre clima escolar hay que tener en cuenta que este se origina del clima laboral.

Tabla 1. Definiciones del Clima Escolar.

Autor	Definición
Fernández y Sánchez	El clima laboral en una institución educativa representa el punto de

(1996), [9]	introducción para las sociedades.
Dellar, (1999), [10]	El clima laboral en las escuelas permite comprender no sólo el funcionamiento de estas, sino los cambios bimestrales, de reforma y las todas las mejoras implementadas para su funcionamiento adecuado a la ley.
Moos, (1987), [11]	El clima escolar impacta de una manera considerada en la calidad del trabajo de los docentes.
Aaron y Milicic, (2000), [12]	Es la percepción que los niños y jóvenes tienen de su contexto escolar y la percepción que tienen los docentes de su entorno laboral en las que sus miembros son capaces de resolver conflictos de manera constructiva y sin violencia.
Quispe, Pérez, y Pérez, (2013), [13]	Un buen clima escolar en el aula definirá la calidad de los procesos que se llevan a cabo entre docentes y estudiantes dentro y fuera del aula.
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), (2013), [14]	Es el reflejo de la capacidad que tienen los trabajadores en las instituciones educativas para la adecuada colaboración entre directivos, familias y estudiantes, con el propósito de promover un trato respetuoso entre los niños y aprecio por los otros.

DESARROLLO

Descripción del problema

El presente estudio y su importancia en la actualidad es debido, a que los estudios científicos y su delimitación en los efectos del COVID 19 van escasamente relacionados al clima laboral. Si bien es cierto, en Ciudad Juárez, los estudios del Clima laboral en las instituciones educativas no han recibido la importancia requerida a lo largo del tiempo o a su vez no se han hecho análisis profundos que aporten soluciones a los docentes, los cuales son de suma importancia para el desarrollo de una institución.

En el campo laboral el COVID 19 afecto a la población mundial produciendo daños en la salud, trayendo consigo un impacto negativo en la vida laboral de los trabajadores. En la actualidad la sociedad exige y demanda cada día personas aptas y capacitadas, para poder enfrentar y resolver cada uno de los problemas de ámbito laboral, social y emocional.

Por lo tanto, desde el punto de vista pedagógico el actualizar los estudios educativos es de vital importancia debido a que los resultados son útiles para mejorar el desempeño del docente. Puesto que psicológicamente, los estudios del clima laboral en los docentes pueden llegar a influir de manera directa y decisiva en los aspectos de enseñanza en la Institución Educativa.

De ahí la importancia del presente estudio para tomar conciencia en la necesidad para generar un ambiente favorable que contribuirá a un clima laboral adecuado y de esta manera poder lograr un mejor desempeño en el docente y por ende en el estudiante.

Diversos estudios hacen mención que es de suma importancia que exista un buen clima escolar en el aula, debido a los diversos procesos que se llevan a cabo entre docentes y estudiantes, los cuales van dentro y fuera del aula y determinan un buen modelo de relación humana en la misma [15].

Así mismo, la evaluación del clima escolar es importante para su mejora, debido a que los datos obtenidos de la investigación permitirán comprender las apreciaciones de los docentes; monitorear el progreso de cada departamento; hacer recomendaciones con base en los datos obtenidos; involucrar a los interesados; y adaptar los procesos educativos a las necesidades cambiantes relacionadas con el clima escolar [16].

MARCO HISTÓRICO

Clima Laboral

El clima representa la personalidad de una organización y podría definirse como la percepción que los trabajadores se forman de su área de trabajo a la que pertenecen y que incide directamente en el desempeño del trabajador; la cual describe un grupo de características que muestra las organizaciones o parte de ellas.

Así mismo, el clima, por su propia naturaleza, es un concepto multidimensional e indeterminado [17].

Las aproximaciones al estudio del clima laboral se han dado desde lo perceptual y desde lo estructural, [18]. En el primer caso, se hace referencia a relaciones entre el concepto de clima laboral y el de ambiente de trabajo. Y en el segundo, a la estructura de las diferentes áreas de la organización.

Los términos de clima laboral se han utilizado indistintamente para describir aquellas percepciones asociadas al estado de ánimo de las personas dentro de una organización [19].

Así mismo, al estudiar el clima organizacional propicia el mejoramiento continuo del ambiente de trabajo en todas las empresas, puesto que es uno de los elementos determinantes en los procesos organizacionales y las tendencias motivacionales de las personas [20].

La importancia de analizar esta variable se fundamenta principalmente en generar resultados que contribuyan a implementar programas de desarrollo integral para mejorar las condiciones laborales, la calidad de vida personal y el grado de participación de los colaboradores hacia el éxito en las instituciones del sector público y privado [21].

Lo anterior mencionado, puede referirse a las instituciones educativas, ya que el análisis de este fenómeno, tanto a nivel local como nacional e internacional, es imprescindible para dar respuesta a la necesidad que tienen las instituciones por identificar todo lo que influye, de manera positiva o negativa, en el rendimiento de las personas a fin de mejorar el ambiente de trabajo en beneficio del servicio de atención que se otorga a los pacientes [22].

De acuerdo con las definiciones mencionadas, se puede definir al clima organizacional como las percepciones compartidas que tienen los colaboradores acerca de los procesos organizacionales.

Es importante recordar que la percepción de cada colaborador es distinta y ésta va a determinar su comportamiento dentro de la organización por lo que el clima organizacional varía de una organización a otra.

Comunicación

En relación con el comportamiento del trabajador, la variable de comunicación interna en las instituciones educativas es de suma importancia para un adecuado clima laboral, ya que la falta de prácticas comunicativas internas entre directivos, docentes y administrativos influye en la labor diaria, en su identidad y en el afianzamiento de los procesos académicos [23].

Por lo tanto, el conocer los procesos de las instituciones educativas como el desempeño de los docentes enfocado a la aplicación de estrategias para propiciar el desarrollo de buenas prácticas por parte de los integrantes, propicia al logro de objetivos institucionales y educacionales incorporados en la organización educativa.

Clima Participativo

En cuanto al clima participativo este elemento lleva a cabo una dimensión de la variable clima en el presente estudio, pero a su vez, una consecuencia de la relación del clima laboral que se vive en las instituciones educativas.

Se ha encontrado que los altos niveles de participación en el trabajo se relacionan con bajo ausentismo, tasas de renuncia más bajas y un mayor compromiso de los empleados con su trabajo [24].

El analizar los problemas de la partición del profesorado en el sistema educativo requiere profundizar en el análisis de las relaciones estructurales que enmarcan las posibilidades y los límites de la democracia, y comprender las diferentes prácticas culturales relacionadas con el ejercicio de la profesionalidad docente [25].

Es entonces la participación uno de los valores esenciales de una escuela pública que no debe ser vista solo en términos nominales o de reglamentación, sino porque de modo efectivo y con diversas consecuencias, representa un espacio social democráticamente gobernado por el pensamiento, la crítica, el aporte y la realización del bien común de la educación.

Equipo de Trabajo

El trabajo en equipo es una de las competencias transversales más valoradas en el sector educativo y una de las estrategias docentes para una adecuada formación, con un impacto directo en el futuro comportamiento profesional de los docentes y con aplicabilidad a los cambios sociales [26].

Diversas investigaciones mencionan la importancia de integrar en las instituciones educativas diversos perfiles con habilidades para trabajar en equipo, reconociendo que este elemento que es de vital importancia por su efectividad a la hora de abordar las tareas, alcanzar las metas establecidas y resolver problemas [27].

Ahora bien, la implementación del trabajo en equipo para un adecuado clima laboral no es una tarea sencilla, requiere de mucho tiempo y de un arduo trabajo por parte del individuo [28]. En este sentido, algunos autores plantean que es necesario un proceso estructurado que implica acciones, a diferentes niveles, para generar cohesión grupal y para promover las habilidades necesarias que permitan a los docentes gestionar las relaciones interpersonales y la comunicación [29].

En conclusión, los directivos deben facilitar la transición de los grupos en equipos que manejen habilidades y actitudes de comunicación interpersonal, de negociación, de cesión, de ayuda mutua, de asunción de responsabilidades y de resolución de problemas, para generar aprendizajes en todos y cada uno de los miembros.

Teorías Sobre Clima Laboral

El desarrollo constante que se presenta en las sociedades y el trabajo que estas llevan a cabo, han provocado que el comportamiento de las personas dentro de las organizaciones se comience a estudiar de una manera más profunda y documentada. Para esto, existen diferentes modelos o paradigmas que nos permiten comprender la perspectiva de las presentes situaciones y la evolución que han tenido estas mismas en las últimas décadas.

Existen una serie de teorías que permiten indagar en los estudios del clima organizacional; basándose en un concepto básico que es la salud organizacional. Por ello, que a continuación se describen algunas teorías propuestas para la presente investigación:

METODOLOGÍA

A continuación, se presentan las variables de estudio bajo las cuales se desarrolló el modelo de la presente investigación. Además, se detallarán los materiales que fueron utilizados dentro de esta investigación con el propósito de poder identificar y analizar los elementos que inciden en el clima laboral de los docentes.

La metodología utilizada será cuantitativo, cualitativo, descriptiva y longitudinal. El estudio cualitativo y cuantitativo, se utilizará para la inducción, deducción y análisis histórico lógico para la comprensión de los aportes de diversos autores, en sus perspectivas respecto a las características de la problemática que existe en el desarrollo del clima laboral en el docente.

Tabla 3. Teorías sobre clima laboral.

Teoría	Autores	Año	Aportaciones
Teoría de la Jerarquía de las Necesidades de Maslow	Abraham Maslow	1943	<ul style="list-style-type: none"> Se enfoca en 5 tipos de necesidades: autorrealización, autoestima, aceptación social, seguridad, fisiológicas. El hombre actúa conforme a las exigencias psicológicas que responden a necesidades básicas. Una vez que se ha satisfecho las necesidades, tiene la necesidad de seguridad para cubrir problemas futuros.
Teoría Motivación-Higiene de Herzberg	Frederick Irving Herzberg	1959	<ul style="list-style-type: none"> Crean la idea a los administradores que existen dentro de las organizaciones factores de higiene mental, emocional y de motivación. Los de higiene mental son extrínsecos, con incentivos que la empresa debe tener de manera adecuada para no causar insatisfacción. Los de motivación están relacionados con la naturaleza de la persona ya que se consideran intrínsecos.
Teoría de las relaciones humanas	Frederick Tylor, Henri Fayol	1924-1932	<ul style="list-style-type: none"> Cambio la perspectiva clásica que se tenía sobre la productividad. Importancia del estilo del gerente y cambio a la formación de los administradores. Enseñar las destrezas administrativas, en oposición a las habilidades técnicas.

La presente investigación se define por el método descriptivo, debido a la intencionalidad de analizar los datos que muestre la herramienta de trabajo con el propósito de llegar a la concepción y validación de la hipótesis de la investigación. El diseño fue no experimental de corte transversal debido al periodo de toma de datos el cual fue de abril a mayo del 2022.

Tamaño de la muestra

Esto se llevó a cabo Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Juárez y la población consistió en los trabajadores del presente instituto. El cual actualmente cuenta con 460 docentes: 271 hombres y 189 mujeres. De los cuales se tomó una muestra de 228 participantes, siendo 130 masculinos y 97 femeninos.

Recolección de datos

La aplicación de la encuesta fue mediante aplicación directa y respuesta en línea. El instrumento presenta una escala de Likert, en donde se consideran 2 parámetros: situación actual en la empresa y esto es importante para mi trabajo, donde 1 es igual a un 0%, 2 a un 25%, 3 a un 50%, 4 a un 75% y 5 es igual a un 100%.

El instrumento se encuentra estructurado por 3 dimensiones las cuales son: comunicación, clima participativo y equipo de trabajo.

A demás, se recolectaron datos sociodemográficos correspondientes a: sexo, edad, estado civil, estatus de contratación, nivel máximo de estudios, antigüedad en el TECN y departamento de adscripción. Los datos se les dio un tratamiento estadístico mediante el software Excel y SPSS se establecieron las relaciones entre los ítems. Los criterios de aceptación de los cuestionarios es que estuvieran todos completos, en caso de que se omitiera algún dato se insistió con el docente la contestación en caso de que no se omitía la prueba.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Conforme a los datos obtenidos de la investigación documental y la aplicación de las herramientas en la investigación, se determina que existe una significancia en la situación actual en la institución y la importancia en el trabajo del docente.

Los datos obtenidos en la aplicación de los cuestionarios se representan a continuación:

En primera parte se presenta el esquemático promedio de las puntuaciones situación actual por individuo en donde se puede observar el promedio de las puntuaciones en la dimensión de Situación Actual en la Empresa, donde se determina que los docentes tienen una percepción baja acerca del clima laboral en la institución. En la cual los resultados rondan de 1.20 a 4.40. Presentándose en su mayoría una un promedio de 2.20.

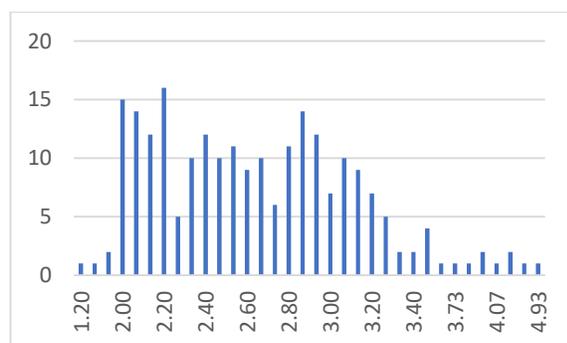


Figura 1. Promedio de las puntuaciones situación actual por individuo.

En el siguiente esquemático se puede observar el promedio de las puntuaciones en la dimensión de Importancia en mi Trabajo, en la cual se determina

que los docentes tienen expectativas altas acerca del clima laboral en la institución. Donde los resultados rondan de 1.20 a 4.40. Presentándose en su mayoría una un promedio de 4.0.

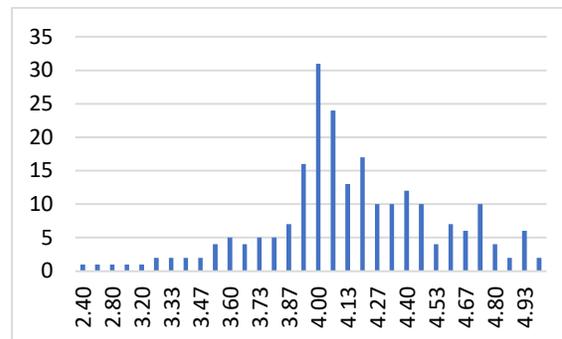


Figura 2. Promedio de las puntuaciones de importancia por individuo.

Por lo tanto, como se puede apreciar los resultados por individuo en su gran mayoría la importancia es mayor que la Situación Actual, lo que significa que el Clima Organizacional no alcanza las expectativas de los individuos.

A continuación, se presenta el esquemático de los resultados en el estudio de cada ítem. En donde se promedió la puntuación de las 3 dimensiones evaluadas.

Siendo del 1 al 5 comunicación, del 6 al 10 clima participativo y del 11 a 15 trabajo de equipo.

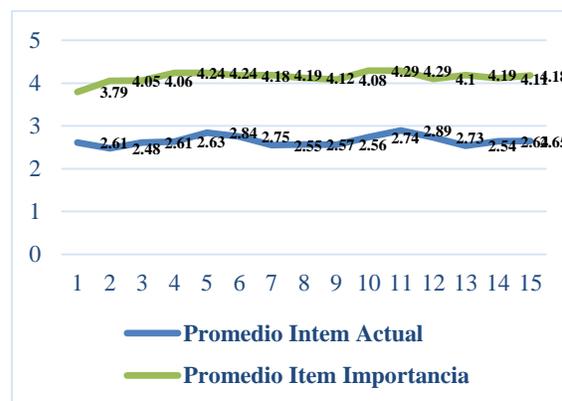


Figura 3. Promedio de las puntuaciones Ítems.

Por lo tanto, conforme a la información anteriormente presentada se determina que existe una diferencia en las puntuaciones de cada dimensión. En la dimensión Situación actual en la empresa se arrojaron resultados medianamente

bajos, determinando que la perspectiva del docente es baja acerca de la situación actual en la institución. Sin embargo, en la dimensión importancia en mi trabajo se mostraron resultados un poco más altos, determinando que los docentes tienen expectativas altas acerca de lo que esperan de la institución. Mostrando así una problemática en el Clima laboral de Tecnológico Nacional de México, Campus ciudad Juárez.

Tabla 3. Promedios de Ítems.

Ítem	Promedio Situación Actual	Promedio Importancia en mi Trabajo
1	2.61	3.79
2	2.48	4.05
3	2.61	4.06
4	2.63	4.24
5	2.84	4.24
6	2.75	4.18
7	2.55	4.19
8	2.57	4.12
9	2.56	4.08
10	2.74	4.29
11	2.89	4.29
12	2.73	4.1
13	2.54	4.19
14	2.64	4.11
15	2.65	4.18

En todos los casos los datos están evidenciando que las dimensiones del clima laboral están muy por debajo de la importancia de las personas, por lo tanto, la importancia es mayor que la Situación Actual, lo que significa que la organización deberá trabajar en cada una de las dimensiones antes presentadas para aumentar el grado del Clima Laboral en sus docentes.

En el siguiente apartado se abarca la segmentación del análisis utilizando únicamente los resultados de las dimensiones con cada uno de los datos sociodemográficos, con el propósito de analizar si algunas de las características sociodemográficas se relacionan con el clima laboral de los docentes.

Dado que el objetivo del estudio fue conocer la situación actual en la institución y la importancia para el trabajo, se presentan los resultados por

dimensiones y por cada una de las variables, las cuales son: Comunicación, Clima Participativo y Equipo de Trabajo.

La aplicación y el uso del análisis de Kruskal Wallis se utilizó con el propósito de explicar el comportamiento de cada una de las variables. Además, se espera analizar si existen diferencias significativas entre dichas dimensiones y variables en cuanto a los datos sociodemográficos.

A continuación, se presentan los resultados del análisis de varianza de la dimensión situación actual, en la que se determina si las variables tienen significancia con los datos sociodemográficos.

Tabla 4. Análisis de Kruskal Wallis de la Dimensión Situación Actual.

Demográficos	Comunicación	Clima Participativo	Equipo de Trabajo
Sexo	N.S.	N.S.	N.S.
Edad	N.S.	N.S.	N.S.
Estado Civil	*	*	N.S.
Estatus de Contratación	**	*	N.S.
Nivel Máximo de Estudios	**	N.S.	N.S.
Antigüedad en el TECNM	**	**	**
Departamento de Adscripción	N. S	N.S.	**

N.S: No Significativo.

*: Significancia para 0.05.

** : Significancia para 0.01.

Conforme a los resultados obtenidos en el presente análisis estado civil, estatus de contratación, nivel máximo de estudios y antigüedad en el TECNM, los cuales diferencian con esta variable.

Así mismo, en la variable clima participativo se obtuvo significancia en los datos de edad y antigüedad en el TECNM con un nivel de 0.05, mientras que en estatus de contratación se obtuvo una significancia en un nivel de 0.01. En última instancia, se presenta la variable de equipo de trabajo en donde hay significancia en los datos de Antigüedad en el TECNM Y departamento de adscripción en un nivel de 0.05.

Tabla 5. Análisis de Kruskal Wallis de la Dimensión Importancia en mi Trabajo.

Demográficos	Comunicación	Clima Participativo	Equipo de Trabajo
Sexo	N.S.	N.S.	N.S.
Edad	**	**	N.S.
Estado Civil	N.S.	**	N.S.
Estatus de Contratación	N.S.	N.S.	N.S.
Nivel Máximo de Estudios	N.S.	N.S.	N.S.
Antigüedad en el TECNM	**	**	N.S.
Departamento de Adscripción	N. S	N.S.	N.S.

Conforme a los resultados obtenidos en el análisis de varianza de esta dimensión se muestra, una menor significancia en los resultados. Siendo en esta ocasión la variable de Clima Participativo la que tiene mayor número de datos con significancia, siendo edad, estado civil y antigüedad en el TECNM los datos con diferencia en un nivel de 0.05.

Del mismo modo, en la variable Comunicación se presentaron datos con significancia siendo edad y antigüedad en el TECNM los datos con diferencias en la variable en un nivel de 0.05. Por otro lado, en la variable de Equipo de Trabajo no se encuentran significancias, por lo que los docentes encuentran un equilibrio en los equipos que pertenece.

N.S: No Significativo.

*: Significancia para 0.05.

** : Significancia para 0.01.

CONCLUSIONES

En esta investigación se pretendía determinar los factores que determinaban el Clima Laboral en el docente. Los resultados muestran que efectivamente el Clima Laboral del Tecnológico Nacional de México campus ciudad Juárez está siendo determinado por factores como la Comunicación, Clima Participativo y Equipo de Trabajo. Los cuales impactan e influyen en variables como Nivel Máximo de Estudios, Antigüedad en el TECNM, Estatus de Contratación, Edad y Estado Civil. Esto significa que se debe prestar mayor atención a los factores que impiden que el docente sienta bajas perspectivas hacia el instituto, ya que los docentes con este tipo de compromiso son los que disfrutan más de pertenecer a la organización en la cual laboran.

Para que un trabajador tenga un nivel alto de satisfacción laboral es muy importante que los aspectos que conforman el clima organizacional, tales como las condiciones físicas de trabajo, comunicación, buen equipo de trabajo y reconocimientos, harán que el trabajador esté satisfecho con su trabajo [30].

Con base en los resultados obtenidos con relación al análisis del Clima laboral del personal docente del Tecnológico Nacional de México, se concluyó lo siguiente: Se logró cumplir con el objetivo general planteado, identificando los factores que determinan el clima laboral desde la perspectiva del docente y con los hallazgos obtenidos se aporta conocimiento para el mejoramiento del clima en dicha institución.

Esto es debido a que en cuestión del Analisis Relacional con cada uno de los datos sociodemográficos, en base a los datos obtenidos se encuentra una mayor parte de la significancia en la Dimensión de Situación Actual, mostrando así la perspectiva actual del docente. Por lo tanto, en los resultados de la variable comunicación se encuentra significancia en nivel máximo de estudios y antigüedad en el TECNM. En la variable de Clima Participativo es donde se encuentran mayor parte de significancia en los datos siendo estado civil, estatus de contratación y antigüedad en el TECNM. Mientras que en equipo de trabajo es Antigüedad en el TECNM y departamento de adscripción los datos con significancia.

En segunda instancia, se presenta la dimensión de Importancia en mi trabajo en donde hay menor significancia en los datos. En la variable Comunicación se encuentra significa en los datos de Edad y Antigüedad en el TECNM. En la variable de Clima Participativo, hay significancia en el dato de Edad y Antigüedad en el TECNM. Mientras que en la variable de Equipo de Trabajo no se presentan significancia en los datos. Ante esto se puede observar que la variable de Clima Participativo es la que presenta mayor número de significancia. Sin embargo, la Antigüedad en el TECNM es el dato con mayor significancia en el estudio.

Por lo cual, se identifica a la variable de Clima Participativo como la variable con mayores datos de significancia y en la cual se podría enforzar la problemática. Así mismo es de suma importancia el analizar la relación de los docentes conforme a su Edad y Antigüedad en el TECNM.

En relación con la Situación Actual y la importancia, conforme a la información anteriormente presentada se determina que existe una diferencia en las puntuaciones de cada dimensión. En la dimensión Situación actual en la empresa se arrojaron resultados medianamente bajos, determinando que la mayoría de los docentes tienen expectativas bajas acerca de la situación actual en la institución. Sin embargo, en la dimensión importancia en mi trabajo se mostraron resultados un poco más altos, determinando que los docentes tienen expectativas altas acerca de lo que esperan de la institución. Mostrando así una problemática en el Clima laboral de Tecnológico Nacional de México, Campus ciudad Juárez.

Como se puede observar, las problemáticas actuales de la institución deben de ser estudiadas en forma actualizada para conocer cuáles son aquellos elementos que afectan más en el Clima Laboral en el Tecnológico Nacional de México campus Ciudad Juárez. Por lo cual, es necesario que en posteriores investigaciones se analicen otras variables relacionadas con los constructos de clima organizacional en las instituciones educativas, con el propósito de continuar generando conocimiento, comprensión y líneas de investigación que permitan al TECM y a los administradores impulsar prácticas de administración de recursos humanos más efectivas, para que este activo tan complejo en su gestión sea parte comprometida y leal en la consecución de los resultados organizacionales. De allí que variables como la comunicación, clima participativo, el compromiso organizacional, el desempeño laboral, la motivación sean relacionadas con antigüedad dentro de la institución, estatus de contratación y estado civil para con ellos representar estudios actualizados y completos para algunas de las líneas de investigación futuras en las instituciones públicas y privadas.

Además, todas las instituciones educativas están sujetas por ley a ser evaluadas, por artículos que obligan a las organizaciones a presentar resultados de formación de personal lo cual es de suma importancia para obtener resultados actualizados.

Por lo tanto, se recomienda la elaboración reportes actualizados en donde se integre la información, ya que para determinar el clima laboral de una institución se requiere el sistema completo para conocer en qué condiciones se encuentra la

organización para poder contribuir a alcanzar los resultados planteados por las organizaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Rentería, E., García, E., Restrepo, I. y Riascos, W. (2007). Sentidos de trabajo construidos a partir de la trayectoria y recursos para afrontar el mundo del trabajo. *Perspectivas en Psicología*, 10, 127-151.
- [2] Cárdenas, Arciniegas y Barrera (2009). Modelo de intervención en clima organizacional. *International Journal of Psychological Research*, 121-127.
- [3] García, S. (2009). Clima Organizacional y su Diagnóstico: Una aproximación Conceptual. *Cuadernos de Administración, Universidad del Valle* (42), 43-61.
- [4] Álvarez, G. (1992). El constructo Clima Organizacional: concepto, teorías investigaciones y resultados relevantes. En: *Revista Interamericana de Psicología Ocupacional*, 11(1,2): 27-30.
- [5] Arano, Escudero y Delfín. (2016). El origen del clima organizacional, desde una perspectiva de las escuelas de la administración: una aproximación. *Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas de la Universidad Veracruzana*.
- [6] Chiavenato Idalberto. (2014). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. México: Mc Graw Hill.
- [7] Valadez Ochoa, Luis Augusto, Trujillo Flores, Mara Maricela y Torres Rivera, Alma Delia (2010). Variables del clima organizacional que preceden a la aparición del fenómeno mobbing, en una organización mexicana. *Investigación Administrativa*, (105),7-2, 1870-6614.
- [8] Fernández M. y Sánchez J. (1996). *Manual de prácticas de psicología organizacional*. España: Ediciones Amarú.
- [9] Dellar, G. (1999). School climate, school improvement and site based management. *Learning Environment Research* (1) p. 353-367.
- [10] Moos, R. (1987). Person-environment congruence in work, school, and health care settings. *Conceptual and methodological issues in person environment fit research. Journal of Vocational Behavior*, 31 (3) 231-247.
- [11] Arón, A., Milicic, N. (2000). Desgaste profesional de los profesores y clima social escolar. *Revista Latinoamericana de Psicología*. (32). 447-466.

[12] Quispe, Gloria, Nilda Pérez, y Marcelo Pérez. (2013). Clima escolar áulico: un estudio desde las tutorías. Argentina: Universidad Nacional de Jujuy.

[13] UNESCO. Análisis del Clima Escolar: Poderoso factor que explica el aprendizaje en América Latina y El Caribe. Publicación, Santiago: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe, 2013. (pág. 5).

[14] Fernández, J., Urarte, M. y Alcaide, F. (2008). Patologías en las organizaciones. España: Lid Editorial.

[15] Albañil, A. El clima laboral y la participación en la Institución Educativa Enrique. Piura, Perú. Tesis de Maestría en Educación con Mención en Gestión Educativa. Universidad de Piura. Facultad de Ciencias de la Educación, 2015.

[16] Cardona Echeverri, D. R. y Cruz, R. Z. (2014). Revisión de instrumentos de evaluación de clima organizacional. Estudios Gerenciales, 30(131), 184-189

[17] Clissold, G. (2006). Psychological Climate: What is it and what Does it Look Like? Department of Management Working Paper Series No. 29/06: Monash

[18] Alarcón, H. y Cea, B. (2007). Diseño y validación de un modelo de medición del clima organizacional basado en percepciones y expectativas. Design and Validation of a Perceptions and Expectations Based Work Climate Assessment Model. Revista Ingeniería Industrial, 6(1), 39-54.

[19] Gonzales Miranda, D. R. (2014). Los Estudios Organizacionales. Un campo de conocimiento comprensivo para el estudio de las organizaciones. Innovar, 24(54), 43-58.

[20] Fernández Río, J. (2017). El Ciclo del Aprendizaje Cooperativo: una guía para implementar de manera efectiva el aprendizaje cooperativo en educación física. Retos, 32, 244-24.

[21] Bedoya, S. (2017). Comunicación interna en instituciones educativas oficiales de la ciudad de Montería, Colombia: el caso de la institución educativa Cristóbal Colón. Del verbo al bit Universidad de La Laguna.

[22] Robbins, S. P. (2004). Administración (Décima ed.). Prentice-Hall.

[23] Martínez Miguélez, M. (2006). La investigación cualitativa (Síntesis Conceptual). Revista de Investigación en Psicología, vol. 9, N° 1, págs. 123-146. Instituto de Investigaciones Psicológicas de la Facultad de Psicología. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

[24] Ni Chrónín, D., & O’Sullivan, M. (2014). From initial teacher education through induction and

beyond: A longitudinal study of primary teacher beliefs. Irish Educational Studies, 33, 451-466.

[25] Cano, E., y Fernández, M. (2016). Evaluación por competencias: La perspectiva de las primeras promociones de graduados en el EEES. Barcelona: Octaedro.

[26] Casey, A. y Dyson, B. (2009). The implementation of models-based practice in Physical Education through action research. European Physical Education review, 15(2), 175-199.

[27] Fernández Río, J. (2017). El Ciclo del Aprendizaje Cooperativo: una guía para implementar de manera efectiva el aprendizaje cooperativo en educación física. Retos, 32, 244-24

[28] Quispe, S. (2016). Niveles de estrés y clima laboral en los colaboradores una empresa privada. Universidad Autónoma del Perú, Lima.

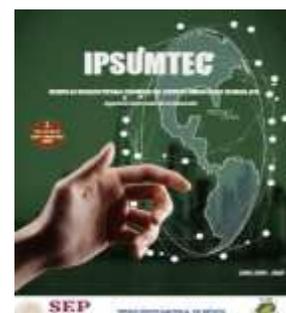
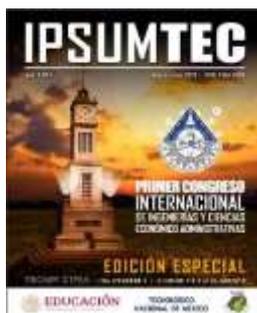
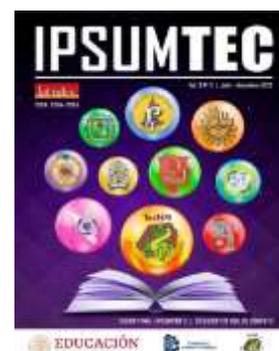
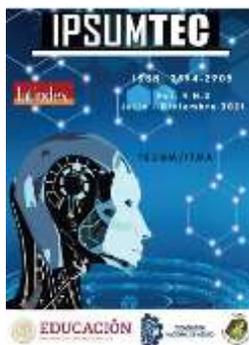
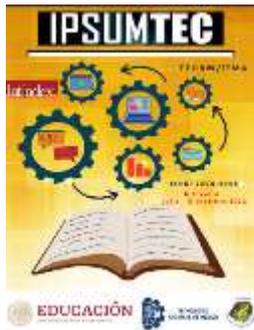
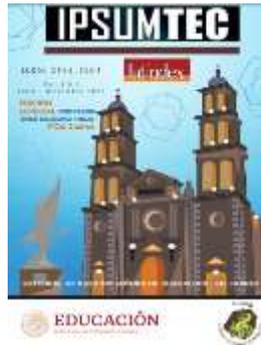
[29] Campo, J. L. (2015). Desarrollo de un modelo de gestión de la inteligencia organizacional para la compañía Gráficas Modernas S.A. Universidad y Empresa, 2.

[30] López, F. (1999). La administración como sistema gnoseológico en búsqueda de un objeto de estudio. Revista Universidad Eafit, 35 (113), 9-40.

ROLES DE CONTRIBUCIÓN

Rol de Contribución	Autor
Administración del proyecto. Conceptualización (1). Recursos. Redacción Borrador original.	Alondra Andrade García
Supervisión. Conceptualización (2). Redacción- Revisión y edición (1). Autor Corresponsal.	Diego Adiel Sandoval Chávez
Supervisión. Instrumento para el diagnóstico del Clima Laboral	Alfonso Aldape Alamillo
Supervisión. Conceptualización (3). Redacción- Revisión y edición (2).	Luz Elena Terrazas Mata
Supervisión. Conceptualización (4). Redacción- Revisión y edición (3).	Lizette Alvarado Tarango

COLECCIONES REVISTA IPSUMTEC



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MILPA ALTA

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MILPA ALTA

ISSN: 2594-2905

Vol. 5 N.5

Julio - Diciembre 2022

Edición Especial "Profesor José Soledad Trejo - ITCd. Juárez"

INDEPENDENCIA SUR N.36,
COL. SAN SALVADOR
CUAUHTENCO,
ALCALDIA MILPA ALTA,
C.P. 12300,
CIUDAD DE MÉXICO,
MÉXICO

<http://www.itmilpaalta.edu.mx>
<http://www.ipsuntec.itmilpaalta.edu.mx>



EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

